

Münster 1980

Margarete Steinzen

**LERN- UND GENERALISATIONSLEISTUNGEN BEI TAUBEN
ALS FUNKTION VERSCHIEDENER
ACQUISITIONS- UND TESTBEDINGUNGEN**

**Untersuchung zur Form-Variation, Figur-Rotation
und Invertierung von Figur-Grundhelligkeit**

1980

Psychologie

Lern- und Generalisationsleistungen bei Tauben
als Funktion verschiedener Acquisitions- und
Testbedingungen:

Untersuchung zur Form-Variation, Figur-Rotation
und Invertierung von Figur-Grundhelligkeit.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der
P h i l o s o p h i s c h e n F a k u l t ä t
der
Westfälischen Wilhelms-Universität
zu
Münster (Westf.)

vorgelegt von
Margarete Steinzen
aus Lünen (Westf.)

1979



Tag der mündlichen Prüfung: 22. 1. 1980

Dekan: Professor Dr. M. E. Brockhoff

Referent: Professor Dr. H. Kallina

1. Korreferent: Professor Dr. G. Dücker

2. Korreferent: Professor Dr. W. F. Angermeier

Für die Anregungen zu dieser Untersuchung und Hilfen bei der Bearbeitung danke ich Herrn Professor Dr. W.F. Angermeier, Herrn Professor Dr. H. Kallina und Frau Dr. B. Zoeke.

Frau H. Banneyer danke ich für die Anfertigungen der Zeichnungen, Herrn K. Frank für die Fotografien, Frau Y. Hetfeld für die Typoskripterstellung.

Inhaltsverzeichnis	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
1.1 Reiz-Reaktionstheorien	1
1.2 Definitionen	9
1.3 Der Einsatz von Analysatoren beim Diskriminations- und Generalisations- prozeß	11
1.4 Ableitung der eigenen Fragestellung	15
2. Methodik	18
2.1 Versuchstiere	18
2.2 Haltung der Tiere	18
2.3 Versuchsanordnung	20
2.3.1 Versuchsaapparatur	20
2.3.2 Versuchsmaterial	23
2.4 Zusammenfassung	28
3. Versuchsergebnisse	30
3.1 Vorbemerkungen	30
3.2 Ergebnisse der Andressur	31
3.3 Ergebnisse der Generalisationstests	35
3.4 Latenzzeiten	43
3.5 Zusammenfassung	44
4. Diskussion der Befunde	45
Literaturverzeichnis	53
Anhang	59



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. Einleitung

1.1 Reiz - Reaktionstheorien

Tierpsychologische Arbeiten, die den klassischen Anforderungen an ein experimentelles Vorgehen, nämlich Wiederholbarkeit, Variierbarkeit und Willkürlichkeit genügen (WUNDT 1908, METZGER 1952) gibt es erst seit kurzer Zeit. Die Anfänge einer objektiven Erforschung des menschlichen und tierischen Lernens gehen hauptsächlich auf den Physiologen I.P. PAWLOW (1849 - 1936) und den Psychologen E.L. THORNDIKE (1874 - 1949) zurück.

Der Einfluß dieser beiden Wissenschaftler auf die moderne experimentelle Psychologie ist noch immer unverkennbar: PAWLOW repräsentiert das experimentelle Paradigma des "klassischen Konditionierens", THORNDIKE das des "instrumentellen Bedingens" (MACKINTOSH 1974).

PAWLOW - selbst stark beeinflusst von dem "Reflexologen" SECHENOW - gilt als Entdecker der konditionierten Reflexe.

In dem Prototyp seiner Experimente über die Speichelreaktion von Hunden zeigte er, daß nach wiederholter Darbietung eines ehemals neutralen akustischen (bzw. optischen oder olfaktorischen) Reizes, der bisher keine Speichelsekretion auslöste, mit dem unbedingten Futter-Reiz (UCS), der eine Speichelfluß-Reaktion zur Folge hat (UCR), die Speichelreaktion auch auf diesen akustischen Reiz allein erfolgt.

PAWLOW nannte den ursprünglich indifferenten Reiz einen "bedingenden" Reiz (CS), die von ihm ausgelöste Reaktion eine "bedingte" Reaktion oder auch "Signalreflex".

Für den beschriebenen Konditionierungsvorgang gelten folgende Grundsätze:

- "- Bedingte Reaktionen sind Substitutionsreaktionen.
- Bei der Entstehung derselben muß der unbedingte Reiz eine gewisse Intensitätsschwelle überschreiten und zudem motivationspezifisch gestaltet sein.
- Der bedingte Reiz wirkt erregend durch Paarung mit dem unbedingten Reiz und hemmend, wenn der unbedingte Reiz entfällt."

(ANGERMEIER und PETERS 1973, S. 7 und S. 9)

Im letzten dieser Grundsätze wird auf die Bedeutung der "Verstärkung" in diesem System hingewiesen. Verstärkung bedeutet hier - wie dem Postulat zu entnehmen ist - immer die Aufeinanderfolge von konditioniertem Reiz und unkonditioniertem Reiz.

Die Funktion konditionierter Reaktionen sah PAWLOW in einer Anpassungsleistung des Organismus an seine Umwelt.

Diese Anpassung an die verschiedensten Anforderungen der jeweiligen Situation wird durch die Fähigkeit des Individuums zur Generalisation und Differentierung von Reizen erleichtert. PAWLOW nahm als Erklärung für eine Generalisation eine "Irradiation" der Erregung im Cortex, für den komplementären Vorgang der Differentierung eine entsprechende "Konzentration" der Erregung an.

Der bedingte Reflex wurde für viele Autoren zum generellen Erklärungsprinzip für das Erlernen von Verhalten.

Heute unterscheidet man allgemein zwischen der von PAWLOW untersuchten sogenannten "klassischen Konditionierung" und einer anderen Konditionierungsart, die HILGARD und MARQUIS (1940) "instrumentell" nannten.

Bei dem ersten Konditionierungstyp sind die vorausgehenden Reize bzw. die erfolgte Reizsubstitution für das Auftreten einer Reaktion von Bedeutung, nicht aber eine mögliche Verhaltenskonsequenz.

Bei der letzten Konditionierungsart sind dagegen die auf eine Reaktion folgenden Konsequenzen für das Wiederauftreten dieser Reaktion entscheidend.

Lernen als Folge von Verhaltenskonsequenzen zu sehen, ist eine Betrachtungsweise, die THORNDIKE in die moderne Lerntheorie einbrachte.

Sein "Gesetz der Auswirkung" besagt, daß sich eine Reaktionswahrscheinlichkeit auf einen Reiz erhöht, wenn die betreffende Reaktion zu einem befriedigenden Zustand führt.

Eine zunächst postulierte Abschwächung der Reaktions-tendenz bei unangenehmen Konsequenzen nahm THORNDIKE 1932 als Fazit seiner Untersuchungen zurück:

"Die Ergebnisse aller unter allen Bedingungen zustande gekommenen Vergleiche besagen ausnahmslos, daß eine belohnte Verbindung immer beträchtlich verstärkt wird, daß dagegen bei Bestrafung nur eine geringe oder überhaupt keine Abschwächung eintritt" (THORNDIKE 1958, zit. nach HILGARD und BOWER, dt. Ausgabe 1975, S. 42).

Dieses "Gesetz der Auswirkung" wurde von THORNDIKE durch das "Gesetz der Bereitschaft" ergänzt: Zu einer angenehmen Konsequenz kann es nur dann kommen, wenn ein Organismus zuvor eine Verhaltensbereitschaft oder "Aktionstendenz" (HILGARD und BOWER 1975) zeigt.

Ursprünglich kennzeichnete THORNDIKE durch ein drittes Gesetz, das "Gesetz der Übung" die Lernvorgänge bei Mensch und Tier. Reiz- Reaktionsverbindungen werden danach durch Gebrauch (Übung) gestärkt bzw. durch Nichtgebrauch geschwächt, vergessen.

Später revidierte THORNDIKE diesen Standpunkt dahin, daß Übung nie allein, sondern lediglich mittels anderer Faktoren (vor allem Belohnung) Reiz-Reaktionsverbindungen stärkt.

Neben diese drei Hauptgesetze stellte THORNDIKE fünf weitere "Nebengesetze":

- (1) das "Gesetz der multiplen Reaktion", welches besagt, daß ein Organismus in seiner Reaktion variabel ist, er durch "Versuch-und-Irrtum" zum korrekten und damit belohnten Verhalten findet;
- (2) das "Prinzip der Einstellung oder Haltung", das den Einfluß von zeitweiligen und überdauernden Einstellungen auf das Lernen betont;
- (3) das "Gesetz der Prävalenz von Elementen", demzufolge der Lernende selektiv auf relevante Aspekte der Problemsituation reagieren kann;
- (4) das "Gesetz der analogen Reaktionen", dem die Beobachtung von der Fähigkeit des Individuums, Verhalten zu generalisieren, zugrunde liegt;
- (5) das "Gesetz des Assoziationswechsels", das auf die Möglichkeit des Lernens durch Kontiguität hinweist:
"Es läßt sich jede Reaktion, die der Lernende auszuführen vermag, in Verbindung mit jeder Situation, auf die er ansprechen kann, herbeiführen" (THORNDIKE 1913, zit. nach HILGARD und BOWER, dt. Ausgabe 1975, S. 37).

Einen anderen wichtigen Sachverhalt, das Problem der Übungsübertragung, beschreibt THORNDIKE in seiner "Theorie der identischen Elemente". Danach ergibt sich ein Übungstransfer von einer Lernaufgabe auf eine nachfolgende, sofern in beiden gemeinsame Elemente vorzufinden sind.

Die Theorie THORNDIKES stellte zusammen mit dem von PAWLOW geschilderten Lernmodell die Weichen für die nachfolgende Lernforschung der Jahre 1930 bis 1960. Auf der einen Seite standen die "Verstärkungstheoretiker", die Lernen hauptsächlich durch das von THORNDIKE beschriebene "Gesetz der Auswirkung" erklärten, auf der anderen Seite die Wissenschaftler, die das PAWLOWsche Kontiguitätsprinzip als alleinige Erklärung für Lernvorgänge vertraten.

Zu jenen, die eine Konditionierung durch Kontiguität

postulierten, gehört E.R. GUTHRIE (1866 - 1959). Für ihn beinhaltet Lernen die Aneignung von Reiz-Reaktionsverbindungen, die er "Gewohnheiten" (habits) nannte. Sein Lernmodell kennzeichnete er mit einem einzigen Gesetz:

"A combination of stimuli which has accompanied a movement will on its recurrence tend to be followed by that movement" (GUTHRIE 1952, zit. nach MARX 1970, S. 121).

Dieses Lernprinzip wird ergänzt durch das Postulat, daß ein Lernvorgang bereits nach der ersten Reiz-Reaktionspaarung abgeschlossen ist.

Übung beeinflusst die Stärke dieser Verbindung nicht. Sie schafft lediglich die Möglichkeit zum Erwerb vieler unterschiedlicher einzelner Fertigkeiten, die zur Ausführung einer komplexen Tätigkeit erforderlich sind.

GUTHRIE lehnte es ebenfalls ab, der Verstärkung einen solchen Einfluß einzuräumen, wie es THORNDIKE tat. Nach ihm dient die Verstärkung nur dazu, die "Abschwächung" einer emittierten Reaktion zu verhindern, trägt aber nicht zur Bildung von "Gewohnheiten" bei.

Dagegen entspricht seine Auffassung vom Vorgang der Generalisation bzw. des Lerntransfers derjenigen THORNDIKES, wobei er sich auf die von PAWLOW angeführten Ergebnisse bezieht: Gelerntes Verhalten wird auch in neuen Situationen gezeigt, wenn diese identische Elemente mit der alten Situation enthalten.

Auch B.F. SKINNER (1904-) geht von einem Lernen durch Kontiguität aus, nimmt aber - wie THORNDIKE - eine zweite Art des Lernens durch Verstärkung an, der er die größere Bedeutung zumißt.

Indem er die Unterscheidung zwischen "Antwortreaktion" (respondentem Verhalten) und "Wirkreaktion" (operantem Verhalten) macht, hebt er sich deutlich von den

konventionellen Reiz-Reaktions-Psychologen ab und betont die Unterschiede beim klassischen und instrumentellen Bedingen:

Wird bei dem klassischen Konditionierungstyp das Verhalten durch Reize gesteuert (SKINNER spricht hier von "ausgelösten" Reaktionen), so sind für das Auftreten von Wirkreaktionen bei der instrumentellen Konditionierung (die SKINNER "abgegebene" Reaktionen nennt) die Reizbedingungen in der Regel unbedeutend, wenn ihnen auch mitunter eine "diskriminative" Funktion zukommt: sie signalisieren das Auftreten oder Ausbleiben bestimmter Verhaltenskonsequenzen und schaffen so eine Beziehung zu der Wirkreaktion, die dann zu einem "discriminated operant" wird.

Schon in dieser Unterscheidung wird deutlich, welchen Stellenwert SKINNER der Verstärkung in seinem Lernsystem und in seinen Untersuchungen einräumt.

Mit Verstärkung werden solche Reize bezeichnet, die, nachdem sie in kontingenter Weise auf eine Reaktion dargeboten (positive Verstärkung) oder entfernt werden (negative Verstärkung), die Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Reaktion erhöhen.

Eine wiederholte Verstärkung scheint im allgemeinen für den instrumentellen Konditionierungsvorgang unerlässlich, wenn auch für SKINNER nach seinen Befunden über "abergläubisches" Verhalten, wie es durch repetitive zufällige Verstärkung bedingt wird (vgl. ANGERMEIER 1972), die maximale Verstärkung der Wirkreaktion in e i n e m Durchgang denkbar ist.

Der Übung selbst räumt SKINNER die gleiche Bedeutung ein wie THORNDIKE: Eine Wiederholung allein bewirkt nichts. Erst die Verstärkung führt zum Lernfortschritt.

Auch das Generalisationsgeschehen wird von SKINNER ähnlich wie von THORNDIKE (und auch GUTHRIE) gesehen, wobei eine Reizgeneralisation (Reizinduktion) und

eine Reaktionsgeneralisation (Verhaltensinduktion) unterschieden wird.

Weitere wichtige Punkte in dem Konzept SKINNERS bilden die Verstärkungspläne, das Prinzip der "sekundären" Verstärkung, die Bestrafung, die Methoden des "Shapings" und "Fadings" und nicht zuletzt ihre Übertragung und Anwendung im Bereich des Unterrichts und in der Psychotherapie.

Da sie in der vorliegenden Arbeit von untergeordneter Bedeutung sind, wird auf eine detaillierte Darstellung verzichtet.

Ein gemeinsames Kennzeichen der erwähnten Lernmodelle ist das Bemühen um eine deskriptive Darstellung des Lernverhaltens, das aus beobachtbaren Tatbeständen geschlossen wird.

Das daraus folgernde Paradigma ist immer ein Reizreaktions-Modell (S-R-Modell).

Eine erhebliche Erweiterung dieser S-R-Formel brachte der Verhaltenstheoretiker C.L. HULL (1884 - 1952) mit seiner Reiz-Organismus-Reaktions-Theorie (S-O-R-Theorie).

In seinem System berücksichtigt er drei Verhaltensaspekte: "Input" (Reiz-) und "Output" (Reaktions-) Variablen als beobachtbare Anteile des Lernvorgangs und "intervenierende" Variablen als nicht direkt beobachtbare, sich im Organismus "abspielende" Verhaltensaspekte, die aus den Reiz- und Reaktionsdaten erschlossen werden können.

Nach HULL ist ein "Output" (durch Variablen wie z.B. Latenz, Frequenz gekennzeichnet) nicht allein eine Funktion des "Input" (durch physikalische Reize, Antriebsbedingungen etc. definiert), sondern auch des Organismus - eben jener intervenierenden Variablen

oder "hypothetischen Konstrukte", wie sie von HULL genannt werden.

Zu ihnen gehören Faktoren wie z.B. Habit-Stärke (sH_R), Antrieb (D), Reizstärkendynamik (V), Reaktionspotential (sE_R) und Anreizmotivation (K). Die Beziehung zwischen diesen Variablen beschreibt HULL in der bekannten Formel

$$sE_R = D \times V \times K \times sH_R.$$

In dieser erweiterten S-R-Theorie wird der Verstärkerrolle ein besonderes Gewicht zugemessen:

Während THORNDIKE und SKINNER sowohl Kontiguität als auch Verstärkung als Prinzipien der Verhaltensbildung nennen, akzeptierte HULL allein die Verstärkung als Lernagens. Sie ist die notwendige Bedingung für den Lernerfolg. Als Verstärkung gilt jede Art von Bedürfnisreduktion (drive reduction).

Eng verknüpft mit dieser Trieb-Reduktionstheorie ist das Prinzip der "partiell antizipierenden Zielreaktionen" (r_G). Solche Reaktionen sind Verhaltensweisen, die der Organismus vor der eigentlichen Zielreaktion zeigt, sie überbrücken gewissermaßen die - oft recht lange - Spanne vom Beginn bis zum Ende (zur Zielreaktion) einer Verhaltenssequenz. Dabei bekommen diese Reaktionen eine Reizfunktion, das zielgerichtete Verhalten aufrechtzuerhalten, indem sie "sekundär" verstärkt werden (durch die Rückwirkung der "primären" Verstärkung am Ende des Lerndurchlaufs).

Nach HULL bildet sich durch diesen Vorgang eine "Gewohnheitshierarchie", eine hierarchisch geordnete Reihe alternativer Reaktionen, die zum Ziel (zur Verstärkung) führen.

Die Hierarchiestellung der einzelnen Gewohnheiten bestimmt sich wiederum durch ihre vorangegangene Verstärkung.

Wie SKINNER und THORNDIKE (und im Gegensatz zu GUTHRIE)

billigte HULL der Wiederholung einer Reiz-Reaktions-
verbindung keinen Übungseffekt zu. Allein die Ver-
stärkung war für ihn ausschlaggebend.

Zu dem Problem der Generalisation nimmt er in seinem
5. Postulat Stellung:

"Die durch einen Reiz, der von dem ursprünglich an der
Konditionierung beteiligten Reiz abweicht, hervorge-
rufene effektive Gewohnheitsstärke hängt davon ab,
wie weit - ausgedrückt in Einheiten der Unterschieds-
schwelle (eben merkliche Unterschiede) - der zweite
vom ersten Reiz auf einem Kontinuum entfernt ist"
(HULL 1943, zit. nach HILGARD und BOWER, dt. Ausgabe
1975, S. 180).

1.2 Definitionen

Die angeführten Lerntheorien behandeln die Vorgänge
des klassischen Konditionierens und des instrumentel-
len Bedingens.

In der vorliegenden Arbeit ist lediglich das Prinzip
der operanten Konditionierung von Interesse.

Diskrimination, Generalisation und Transfer sind zen-
trale Themen bei der Untersuchung dieses Lernvorgangs.

"Bei der Generalisation handelt es sich um eine Aus-
breitung der Wirkung (des Reizes oder des Verhaltens)
entlang eines Kontinuums, das durch den Charakter des
ursprünglichen Reizes oder des ursprünglichen Verhal-
tens bestimmt wird"
(ANGERMEIER 1972, S. 102).

Diskrimination ist ein der Generalisation komplemen-
tärer Vorgang.

"Eine Diskrimination entsteht durch differentielle
Verstärkung von zwei oder mehreren Reizen. Dabei wird
immer ein Reiz verstärkt (durch den unbedingten Reiz)
und ein oder mehrere Reize nicht verstärkt (ohne un-
bedingten Reiz dargeboten)"
(ANGERMEIER 1973, S. 42).

Transfer meint allgemein eine positive Übertragung aus einer Lernaufgabe auf eine folgende, verschiedene Lerntätigkeit (wobei auch häufig von "Lernersparnis" gesprochen wird), während negative Lernübertragung in der amerikanischen Literatur unter dem Begriff "Interference" abgehandelt wird (vgl. WOODWORTH und SCHLOSBERG 1965, FOPPA 1966).

Die Verwendung dieser Begriffe ist nicht unproblematisch. So war im vorliegenden Versuch nur eine Lernphase vorgesehen, deren Auswirkung auf eine zweite Aufgabenstellung so untersucht wurde, daß dort die Möglichkeit eines "Neulernens" oder "Umlernens" verhindert oder doch eingeschränkt werden konnte. Daher soll im folgenden hauptsächlich der neutralere Terminus "Generalisation" anstelle des Transferbegriffes Verwendung finden.

Der Gebrauch des Begriffes "Generalisation" wiederum wird erschwert durch eine zweifache Bedeutung: Generalisation wird einmal als konkretes, empirisches Phänomen gesehen, zum anderen als Konstrukt, als ein Mechanismus, der einem beobachteten "Transfer" zugrunde liegt, ihn zu erklären versucht (MEDNICK und FREEDMAN 1960, BROWN in: MOSTOFISKY 1965).

Das gleiche gilt für den Diskriminationsbegriff. Auch er wird zur Beschreibung u n d Erklärung von Verhalten herangezogen. Einige Autoren schlagen daher den Gebrauch der neutraleren Bezeichnung "Stimulus control" vor (SKINNER 1953, TERRACE in: HONIG 1966).

Dieser Ausdruck ist jedoch eng verknüpft mit einem ganz bestimmten experimentellen Paradigma: Nach erfolgter Reiz-Reaktionsverbindung werden neue, sich vom Ausgangsreiz unterscheidende Reize dargeboten, die unbekräftigt bleiben. Die Beziehung zwischen Reaktionsstärke (gemessen z.B. durch Frequenz,

Latenz) und dem jeweiligen Reizabstand wird zumeist in Form eines "Generalisationsgradienten" dargestellt. Da das in dieser Arbeit gewählte Vorgehen vom geschilderten abweicht, soll hier der Terminus "Diskrimination" beibehalten werden.

Zu bedenken bleibt, daß die Konzepte Generalisation, Diskrimination und Transfer (schon wegen ihres unterschiedlichen Gebrauchs) nur mangelhaft die unter ihnen zusammengefaßten Orientierungsleistungen von Mensch und Tier beschreiben und erklären.

1.3 Der Einsatz von Analysatoren beim Diskriminations- und Generalisationsprozeß

Für den Untersucher stellt sich die Frage, wie es zu einer Diskrimination kommt.

In jüngster Zeit werden vor allem Theorien diskutiert, nach welchen dieser Lernschritt in zwei Stadien erfolgt: Der Organismus lernt zunächst, auf die relevante Stimulus-Dimension zu reagieren und danach, bestimmte Reaktionen mit den Reizen zu verknüpfen, die unterschiedliche Bedeutung in dieser Dimension haben (SUTHERLAND 1959, LOVEJOY 1968, ZEAMAN und HOUSE 1963).

Nach SUTHERLAND und MACKINTOSH (1971) geht das Tier dabei mit sogenannten "Analysatoren"¹ an die Diskriminationsaufgabe, das heißt, es analysiert die Reiz-

¹) RESTLE (1955, 1962) spricht in diesem Zusammenhang von "Strategien", KRECHEVSKY (1932) von "Hypothesen", ZEAMAN und HOUSE (1963) und SPENCE (1960) sprechen von "observing responses", KENDLER und KENDLER (1962) von "mediating responses".

situation anhand verschiedener Aspekte wie z.B. Form-, Farb-, Größen- und Lageunterschieden.

Dabei wird jedoch angenommen, daß nicht alle Analytoren zur gleichen Zeit effektiv eingesetzt werden. LOVEJOY postuliert, daß der Aktivierung der einzelnen Analysatoren eine unterschiedliche Wahrscheinlichkeit zukommt. Eine solche Einsatzwahrscheinlichkeit wird von mehreren Faktoren determiniert (SUTHERLAND und MACKINTOSH 1971).

Da sind einmal angeborene Faktoren zu nennen, die je nach Tierspezies verschieden sein dürften. So ist es sehr wahrscheinlich, daß

"... the innate ordering of analyzers in birds differs from that holding for rats; in the former, color would be high and spatial orientation low; in the latter the ordering would be reversed" (SUTHERLAND und MACKINTOSH 1971, S. 230).

Weiter können außerexperimentelle Erfahrungen, z.B. "visuelle Deprivation" oder "enriched environment" eine Rolle spielen (siehe GLUCK und HARLOW 1971).

Schließlich kommt der jeweiligen experimentellen Situation selbst eine wichtige Bedeutung zu.

Ein Beispiel bringen SUTHERLAND und MACKINTOSH:

"... a pigeon is more likely to attend to the brightness of a response key if the key differs in brightness from the background than when it does not" (a.a.O., S. 231).

In der Literatur über Diskriminationslernen werden solche Ansätze unter das Konzept der "Aufmerksamkeit" (attention) oder der "Reiz-Auswahl" (Stimulus-selection) gefaßt:

"The control exerted by a discriminative stimulus is traditionally dealt with under the heading of attention ... Attention is an controlling relation - the relation between a response and a discriminative stimulus. When someone is paying attention he is under special control of a stimulus. We detect the relation most readily when receptors are conspicuously oriented, but this is not essential. An organism is attending to a detail of a stimulus, whether or not

its receptors are oriented to produce the most clear-cut reception, if its behavior is predominantly under the control of that detail"
(SKINNER 1953, zit. nach TERRACE in: HONIG 1966, S. 289).

Die Verwendung von Begriffen wie "Analysatoren", "Aufmerksamkeit" und "Reiz-Auswahl" deutet darauf hin, daß Generalisation und Diskrimination nicht zu verstehen sind, ohne Wahrnehmungsprozesse miteinzubeziehen.

Umfassendere Ansätze von Tier- bzw. Lernpsychologen fehlen hierzu.

Lerntheoretische Konzepte, die solche Aspekte mitberücksichtigen, beziehen sich auf Gestalt- und informationstheoretische Ansätze, die verändert und weitergeführt wurden.

So versucht SUTHERLAND, Diskriminationslernen und Generalisationsprozesse auf dem Niveau einer "Merkmalsanalyse"¹ zu erklären.

In seinem Theorieentwurf (in: GILBERT und SUTHERLAND 1969, S. 385 ff) stützt er sich auf die neurophysiologischen Befunde von HUBEL und WIESEL (1962, 1965, 1968), denen es gelang, verschiedene Detektoren (z. B. Positions- und Orientierungsdetektoren) im visuellen Cortex von Katzen und Affen ausfindig zu machen.

¹) Die "Merkmalsanalyse" stellt mit dem sogenannten Schablonenvergleich die wesentlichen Erklärungsmöglichkeiten der Gestalttheorie für die Stimulus-Generalisation dar (siehe NEISSER 1974). Bei der Merkmalsanalyse wird die Diskrimination von Reizen durch eine Hierarchie von Merkmalsanalysatoren vermittelt. Bei dem Schablonenvergleich wird ein Input mit einem Standard, seiner Schablone, verglichen, nachdem er zuvor "normalisiert" wurde.

SUTHERLAND nimmt an, daß bei einem Input zunächst die einzelnen Bestandteile eines Musters wie Linien, Ecken etc. analysiert werden. Das geschieht in dem sogenannten "Processor".

Wiedererkennen oder Einprägen eines Musters vollzieht sich in einem anderen Teil des Gehirns, den SUTHERLAND "Store" nennt und in welchem abstrakte, beschreibende Regeln verschiedener Muster repräsentiert sind.

Erkennen bedeutet hier, den erfolgreichen Vergleich vom Output des "Processors" mit einer gespeicherten "Beschreibung" dieses Musters.

Ein neues Muster wird eingeprägt, indem eine neue Beschreibung im "Store" vorgenommen wird.

Diese beiden Prozesse müssen sich nicht ausschließen. So kann bei einem neuen Muster die fehlende Beschreibung ersetzt werden, wobei eine solche Ersatz-Beschreibung allerdings modifiziert werden muß, damit sie auf das neue Muster überhaupt anzuwenden ist.

Welche Aspekte eines Musters aufgenommen werden und auf welche Aspekte geantwortet wird, hängt von der beschreibenden Regel ab, die der Organismus für das Input-Muster auswählt. So kann ein und dasselbe Muster - verglichen mit verschiedenen Regeln - auf unterschiedliche Weise gesehen werden.

Eine Diskrimination zweier simultan dargebotener Muster hängt schließlich davon ab, ob verschiedene Beschreibungen von ihnen gegeben werden können.

Dieses Modell bleibt in vielen Punkten sehr allgemein und läßt vor allem für die menschliche Mustererkennung noch viele Fragen offen (NEISSER 1974). Trotzdem scheint die Annahme von Analysatoren ein sehr brauchbarer theoretischer Ansatz zu sein, mit dem sich viele Ergebnisse von Diskriminations- und Generalisationsversuchen erklären lassen.

1.4 Ableitung der eigenen Fragestellung

Die Anwendung einer solchen Theorie (wie der von SUTHERLAND) bei der Erklärung von Diskriminations- und Generalisationsverhalten, wie überhaupt die Untersuchung dieser Phänomene, verlangt eine möglichst gute Kenntnis des Wahrnehmungsapparats der untersuchten Spezies.

Diese Bedingung ist in hohem Maße bei Tauben erfüllt. Über das visuelle System von Tauben liegen viele Untersuchungen vor, die auf einen hohen Entwicklungsstand hinweisen.

So zeigen Tauben trotz Unterschiede im optischen System des Auges dem menschlichen Auge vergleichbare und teilweise bessere Leistungen (GRUNDLACH 1933, HAMILTON und GOLDSTEIN 1933, MATORANA und FRANK 1963, BLOUGH 1964, ROMESKIE und YAGER 1976).

Das macht diese Tiere zu geeigneten und beliebten Versuchstieren, zumal sie in zahlreichen Experimenten den Nachweis guter Lernleistungen auf einem oft recht hohen Abstraktionsniveau erbrachten (KÖHLER 1937 und 1956, HERRNSTEIN und LOVELAND 1964, ZEIER 1966 und 1967, ZENTAL und HOGAN 1974).

Auch im vorliegenden Experiment wurden Aspekte des Diskriminations- und Generalisationsverhaltens bei Taubengruppen untersucht.

Die Bedeutung der Unterscheidung und Wiedererkennung von Objekten, auch bei Abänderung des ursprünglichen Inputs, für diese Tierspezies wird besonders deutlich, wenn an den komplizierten Heimfindungsprozeß dieser Tiere gedacht wird.

In unserem Versuch interessierte, ob sich ein unter-

schiedliches Diskriminationstraining, das heißt die Andressur mit unterschiedlicher Farbgestaltung der Muster, auf die Generalisationsleistung auswirkt.

Wir vermuteten zwar unterschiedlich lange Andressur-Phasen, da ein Muster mit schwachem Kontrast von Figur- und Grund-Helligkeit als "schwierigere" Lernaufgabe angesehen werden kann. Nachdem die Aufgabe jedoch beherrscht wird, schien ein weiterer Einfluß auf die Generalisationsleistung unwahrscheinlich.

Eine Generalisationsleistung wird nicht nur vom Vorgehen bei der Acquisition mitbestimmt, sondern in weitem Maße von den Änderungen des Ausgangsreizes.

Bestimmte Abänderungen des Ausgangsreizes scheinen nun für das Generalisationsverhalten der meisten höheren Tiere bedeutsamer zu sein als andere.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, wie verschieden sich Änderungen wie Formvariation, Formrotation und Invertierung von Figur-Hintergrundhelligkeit auf die "Wiedererkennungsleistung" von Tauben auswirken.

Bei der vorgenommenen Formvariation wurde eine gute Generalisationsleistung erwartet.¹

Eine Äquivalenz von rotierten Mustern und unrotierten ursprünglichen Mustern ist dagegen weder bei Tieren noch im Humanbereich unbedingt gegeben.²

1) Organismen mit primitivem visuellen System (z.B. der Polyp) scheinen sogar Schwierigkeiten zu haben, Kreise von Quadraten zu unterscheiden (DEUTSCH 1956).

2) RUBIN (1921) berichtet von geometrisch ungeschulten Versuchspersonen, die ein Quadrat nur dann "Viereck" benennen, wenn es auf einer der Seiten steht, nicht aber, wenn es auf einer Spitze steht. "..., die Figur scheint in einem Grade, wie es schwer zu begreifen ist, ihren Charakter zu ändern, wenn sie gedreht wird" (RUBIN 1921, S. 112).

Auch die Invertierung von Figur-Hintergrundhelligkeit wirkt vermutlich ähnlich stark verändernd.¹

Im einzelnen sollten im vorliegenden Versuch die folgenden Hypothesen geprüft werden:

- (1) Eine unterschiedliche Farbgestaltung der Reizvorlage hat eine unterschiedliche Acquisitionsdauer zur Folge. Bei stärkerem Kontrast von Figur und Grund wird das Lernkriterium schneller erreicht als bei schwächerem Kontrast.
- (2) Die Verschiedenheit der Reizvorlage im Training hat keinen Einfluß auf die Generalisationsleistung.
- (3) Bei einer Formvariation (= Austausch von Quadraten durch Kreise) zeigen die Versuchstiere eine hohe Generalisationsleistung.
- (4) Eine Formrotation dagegen erschwert die "Wiedererkennung" beträchtlich.
- (5) Bei einer Invertierung der Helligkeit von Figur und Hintergrund ist keine Generalisation zu erwarten.

¹) SUTHERLAND (1969) weist in diesem Zusammenhang auf die Schwierigkeit hin, das Negativ eines Gesichts zu erkennen. Geht man von dem Einsatz von Analysetoren bei der Lernaufgabe aus, so ist bei einem "Augentier" wie der Taube naheliegend, daß Informationen über die Helligkeit gespeichert werden. Es ist weiter zu vermuten, daß solche Informationen mit eingehen in die Analyse des Generalisationsmusters und so zum Versagen bei dieser Helligkeits-Inversions-Aufgabe führen können.

2. Methodik

2.1 Versuchstiere

Die Versuchstiere waren 70 Brieftauben, die zu Versuchsbeginn 5 - 6 Wochen alt waren.

Bei der Entscheidung für besonders junge Tiere gaben folgende Überlegungen den Ausschlag:

- Von jungen Tauben ist eine schnellere Adaptation an die neue Umgebung und die gewünschte Vertrautheit mit dem Versuchsleiter zu erwarten.
- Untersuchungen zur Ontogenese von Lernvorgängen lassen zumindest bei einfachen Farbform-Musterunterscheidungen ein gesteigertes Lernvermögen von jungen Tieren gegenüber adulten annehmen (RENSCH 1973).
- Da sehr junge Tauben noch kein Kampfverhalten zeigen (HEINROTH und HEINROTH 1949), wird ein unkontrollierbarer Einfluß eventueller Rangordnungen¹ auf das Verhalten im Lernversuch ausgeschlossen.

2.2 Haltung der Tiere

Während des gesamten Versuchs lebten die Tiere in kleinen Einzelkäfigen aus Sperrholz und Maschendraht (Innenmaße: 500 mm x 500 mm x 435 mm).

Der Wohnkäfig war mit Pappe ausgelegt, die leicht auszuwechseln war, so daß die mit der üblichen Reinigung verbundene Störung der Tiere weitgehend vermieden werden konnte.

¹) Zu der Frage, welche Beziehung zwischen Sozialrang und Lernleistung besteht, liegen unterschiedliche Ergebnisse vor. Während KATZ und TOLL (1923) bei Hühnern feststellten, daß das rangniedrigste Tier häufig ein schlechter Lerner war, zeigten Untersuchungen von SCHULTE (1970) ebenfalls an Hühnern, HOPP (1971) und STEINZEN (1971) bei Tauben eher entgegengesetzte Ergebnisse.

Die Temperatur der Versuchsräume wurde konstant auf 23°C gehalten. Durch Zeitgeber regulierte Neonbeleuchtung sorgte für eine gleichbleibende Tageslänge von 12 Stunden, um Leistungsschwankungen durch jahreszeitlich bedingte Änderungen der Lichtzyklen auszuschalten.¹

Das übliche Futter bestand aus einem mit Taubengrit versetzten Körnergemisch (38,5 % Mais, 12,5 % Weizen, 18 % Erbsen, 12,5 % Dari, 6 % Bohnen, 3,5 % Wicken, 3 % Kardisaat, 3 % Hirse, 2 % Kanariensaat, 1 % Reis).

Dem frei zugänglichen Trinkwasser wurde ein Vitamin-Präparat zugesetzt, um den Gesamtbedarf der Tiere an Mineralen und Vitaminen abzudecken.

Als Belohnungsfutter wählten wir Wickensamen, der sich in einem Bevorzugungstest (bei Vorversuchen) als geeignet erwiesen hatte.

Zwischen den Versuchen war eine Nahrungsdeprivation von 23 Stunden angesetzt. Eine Stunde am Tag war die jeweilige Futtermenge frei zugänglich, die sich aus der individuellen Bedarfsmenge abzüglich der im Versuchsablauf erhaltenen Nahrungsmenge bestimmte.

In den meisten Untersuchungen mit Tauben kam eine andere Methode des Futterentzugs zur Anwendung: die Reduzierung des Körpergewichts auf 80 bis 90 Prozent des Normalgewichts (d.h., des Gewichts bei freier Fütterung).

Obwohl dieses Vorgehen gewisse Vorteile bietet (siehe

¹) Diese vom natürlichen Biotop unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und Lichtphasen dürften dafür verantwortlich sein, daß wir bei den Tieren keine ausgesprochenen Aktivitätszyklen ausmachen konnten, wie sie etwa bei Hühnervögeln festgestellt wurden, die ihre Hauptaktivitäten in der Zeit von 9.00 - 12.00 Uhr und von 15.00 - 18.00 Uhr entwickeln (WÜNSCHMANN 1963, PORZIG 1969).

ANGERMEIER 1972), schien es im vorliegenden Fall aus mehreren Gründen nicht angemessen:

- Die Versuchstiere waren junge, noch nicht ausgewachsene Tauben. Eine angemessene systematische Reduzierung des Normalgewichts dürfte nur schwer zu bestimmen sein (HINDE 1973).
- Ein eventuell extremer Hungerzustand bringt die Gefahr von Wachstumsschäden und damit auch eine negative Beeinflussung der Lernergebnisse mit sich.
- Tauben reagieren als Fluchttiere sehr empfindlich auf Störmaßnahmen solcher Art, wie sie nun einmal bei ständigen Gewichtskontrollen unvermeidbar sind (Transportieren der Wohnkäfige, Wiegen).

2.3 Versuchsanordnung

2.3.1 Versuchsaapparatur

Die Versuchsaapparatur sollte verschiedene Punkte gewährleisten:

- eine schnelle, wechselnde simultane Darbietung von Reizgegebenheiten,
- eine erneute Annäherung des Tieres an die gebotene Reizvorlage bei jedem Versuchsdurchgang, womit der "Weitsichtigkeit" der Tauben Rechnung getragen wird (HAMILTON und GOLDSTEIN 1933, GUNDLACH 1933, CHARD 1939).

Der Versuchsaapparat¹⁾ bestand aus einem Sperrholzkasten (Innenmaße: 435 mm x 360 mm x 360 mm) auf einem fahrbaren Untergestell (Abb. 2-1, S. 21).

Die Innenwände des Versuchskäfigs waren mit Plexiglas (Farbe 010) verkleidet, der Boden war mit rutsch-

¹⁾ Die Apparat wurde im Psychologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster entwickelt und von der dortigen Feinmechanik- und Elektronikwerkstatt gebaut.

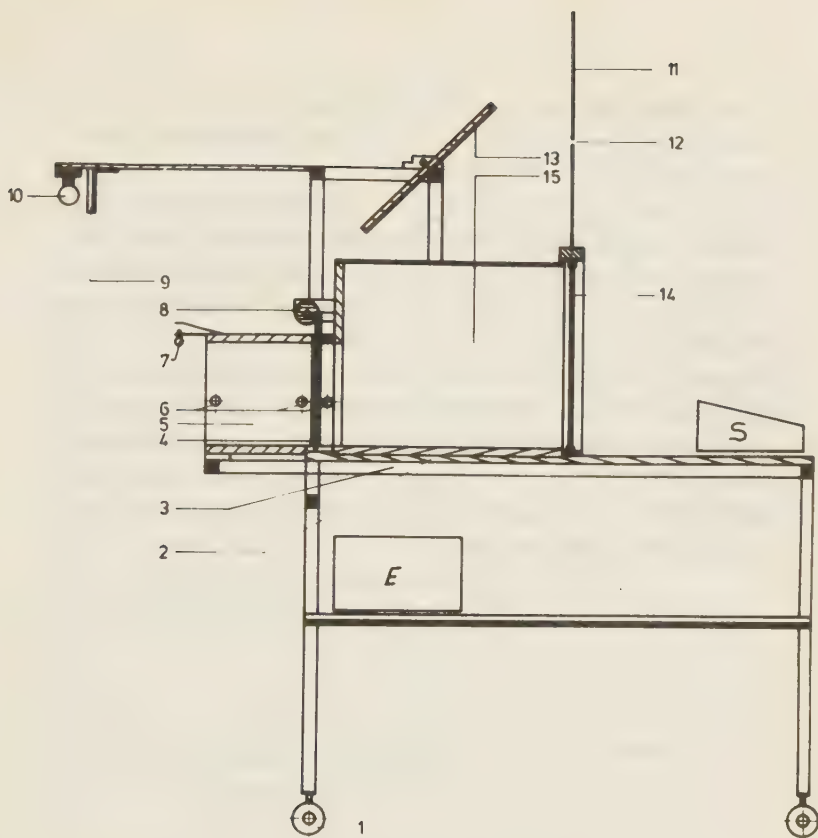


Abb. 2-1 Seitenansicht der Versuchsanordnung

- | | |
|--|-------------------|
| E Elektr. Einheit (Steuerung und Versorgung) | 8 Antriebselement |
| S Schaltpult | 9 Lichtblende |
| 1 Lenkrollen | 10 Lampe |
| 2 Deckplatte | 11 Sichtblende |
| 3 Gestell | 12 Sehschlitz |
| 4 zweigeteilte Schiebetür | 13 Kippspiegel |
| 5 Laufgang | 14 Musterwand |
| 6 Lichtschranken | 15 Testkäf |
| 7 Rotlicht - Lampe | |

fester Teppichunterlage ausgelegt.

Im Boden befand sich an der Stirnseite des Käfigs rechts und links Futterrinnen mit zugehöriger Pick-scheibe.

Die Stirnseite wurde durch die jeweils benutzte Reizvorlage gebildet. Bei Positionswechsel der Muster war die zweiteilige Musterwand durch eine Schiebevorrichtung verstellbar, bei Musterwandwechsel leicht austauschbar.

Außerhalb des Versuchskäfigs waren Futterspender angebracht (Modell DI, Ralph Gerbrands Company), die durch einen Schlauch mit den Futterrinnen verbunden waren (Abb. 2-2.). Die Freigabe der Futterzufuhr erfolgte über eine Lichtschranke an der Schiebevorrichtung der Musterwand.

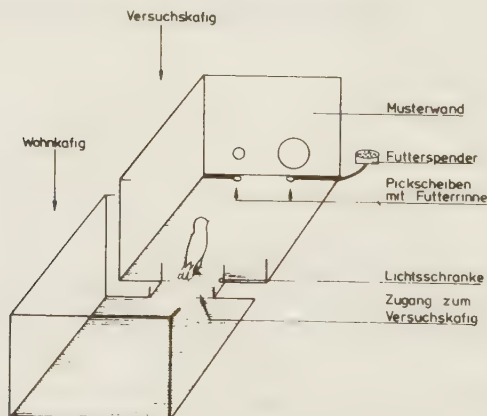


Abb. 2-2. Schnitt durch Wohn- und Versuchskäfig

Durch einen Abdeckschirm mit Sechsschlitzen konnte über einen Kippspiegel das mit einer Glasplatte abgedeckte Käfiginnere eingesehen werden.

Versuchs- und Wohnkäfig waren während des Versuchs

durch einen Laufgang an der Rückseite des Lern- und Testabteils verbunden. Eine zweiflüglige Schiebetür, die eine gleichzeitige Darbietung der beiden Reize gestattet, trennte Laufgang und Versuchsabteil. Am Ende des Laufgangs war eine rote Signallampe angebracht, die dem Versuchstier das Öffnen dieser Tür ankündigte.

Eine getrennte Beleuchtung von Versuchskäfig und Wohnabteil veranlaßte die lichtaktive Taube, aufgrund des Helligkeitsgefälles den jeweils entsprechenden Käfig bei seiner Beleuchtung aufzusuchen bzw. bei Dunkelheit zu verlassen.

Eine Abdunklung des gesamten Versuchsraumes und weisses Rauschen als ständiger Geräuschpegel halfen, die Versuchsbedingungen konstant zu halten.

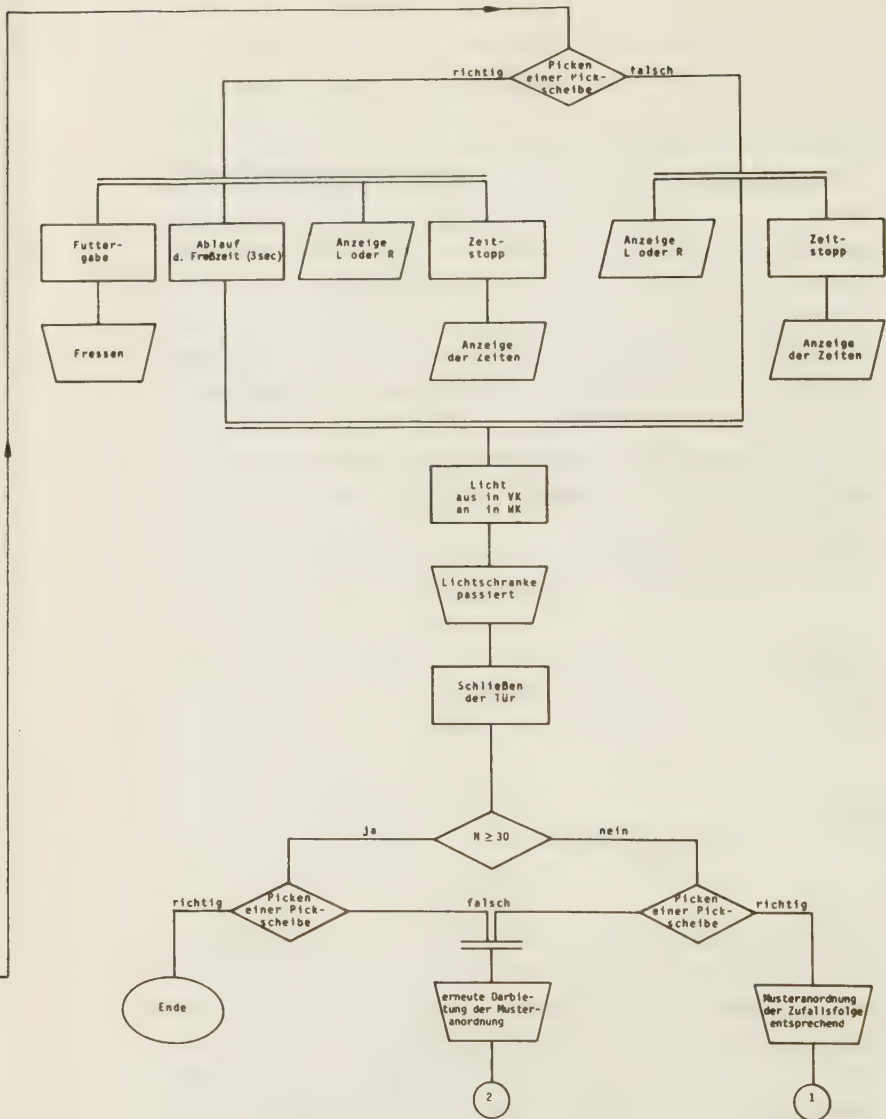
Von einem Schaltpult aus wurden die einzelnen Versuchsabläufe gesteuert und die Ergebnisse registriert.

In Abb. 2-3. (S. 24) wird ein Versuchsdurchgang in einem Diagramm veranschaulicht.

2.3.2 Versuchsmaterial

Das Versuchsmaterial bestand aus den verschiedenen Muster tragenden Tafeln (360 mm x 360 mm), die bei der Andressur und den Generalisationstests gleichzeitig die Stirnseite des Versuchskäfigs bildeten. Die verwendeten Muster, d.h. die jeweiligen Hintergrundfarben und dazugehörigen Figurenpaare, wurden auf die Tafeln geklebt und mit durchsichtiger Folie bezogen.

Die Figurenpaare hatten eine Seitenlänge bzw. Länge des Durchmessers von 11 cm (= negativer Stimulus) und 2 cm (= positiver Stimulus).



Alle Farbpapiere stammten von der Firma Letraset. Die einzelnen Farbbezeichnungen waren: Letracolor-Farb-Papier Pantone white, Pantone black on black, Pantone 144 (orange), Pantone 429 (mittelgrau) und Pantone 538 (hellgrau).

Bei der Auswahl der Graufarben wurde folgendermaßen vorgegangen: Versuchspersonen wählten aus verschiedenen Grau-Tafeln jene aus, die die subjektive Mitte eines Kontinuums von weiß bis schwarz darstellte.

Danach ließen wir die Versuchspersonen das so erhaltene Intervall "weiß-mittelgrau" in gleicher Weise noch einmal zweiteilen, um das Farbpapier "hellgrau" zu bestimmen.

Durch dieses Vorgehen konnten wir gleiche Schritte entlang eines psychologischen Kontinuums erhalten (vgl. SCHLOSBERG und SOLOMON 1943).

Einen genauen Überblick über die verwendeten Muster gibt eine Klapptafel (Abb. A-1, S. 60).

2.3.3 Versuchsplan

Der Versuch war in drei Abschnitte unterteilt:

- a) Adaptationsphase
- b) Andressurphase
- c) Testphase.

ad a) Die Tiere, die aus verschiedenen Schlagsozietäten stammten, wohnten während der Versuchsdauer in relativ kleinen und reizarmen Käfigen. Die Adaptationsphase diente der Eingewöhnung der Tiere an diese Wohnkäfige, der Erkundung des Versuchskäfigs und der Gewöhnung an Nebengeräusche (wie Motorengeräusch beim Öffnen und Schließen der Tür zum Versuchskä-

fig, "Klick-Geräusche" beim Betätigen der Pickscheibe), die auch durch das Abspielen eines Tonbandes mit "weißem Rauschen" nicht zu überdecken waren.

Die Tauben sollten weiter lernen, ohne Angst aus der Futterrinne zu fressen, nachdem sie zuvor die Pickscheibe gepickt hatten.

Das gezielte Picken der Scheibe wurde durch die Methode der "sukzessiven Annäherung" an das gewünschte Endverhalten erreicht.

Während dieses Versuchsabschnittes waren beide Futterspender unblockiert, die Stirnseite des Versuchskäfigs blieb ohne Mustervorlagen.

ad b) In der Dressurphase lernten die Tiere durch die Methode des operanten Konditionierens die Unterscheidung eines kleinen Quadrats von einem großen Quadrat.

Die einzelnen Tiergruppen bekamen Mustervorlagen geboten, die sich lediglich in der Farbgestaltung unterschieden. Die Zuordnung der verschiedenen Muster zu der jeweiligen Versuchsgruppe ist Abb. A-1 (S. 60) zu entnehmen, die als Klapptafel begleitend zum Text benutzt werden kann.

Dressiert wurde mit vorherbestimmtem, unregelmäßigem Seitenwechsel ohne Vierersequenzen (nach STEVENS 1951).

Bei einer falschen Wahl wurde die gleiche Reizanordnung wiederholt geboten - bis zu einem Treffer - und erst dann in der Zufallsfolge fortgefahren (= dressurgemäßer Seitenwechsel)¹⁾.

¹⁾ Eine sofortige Korrektur der Wahl war allerdings nicht zugelassen, da wir bei einem bloßen Verstärkungsaufschub (noch dazu einem sehr kurzfristigen) einen verzögerten Acquisitionsprozeß vermuteten.

Durch diese, von denen in der Literatur beschriebenen Dressuren abweichende Form (GILBERT und SUTHERLAND 1969, HOLLAND und SKINNER 1971, ANGERMEIER 1972, BRODGEN 1966) sollte einer eventuellen Seitenstetigkeit der Tiere begegnet werden.

Gleichzeitig wurde durch dieses Vorgehen ein jeder täglicher Versuchsabschnitt mit einem Treffer abgeschlossen (wobei allerdings die vorgesehene Anzahl von 30 Versuchsdurchgängen überschritten werden konnte).

Die Andressurphase galt als abgeschlossen, wenn das Lernkriterium von 95 % Treffern an zwei aufeinanderfolgenden Versuchstagen erfüllt war (vgl. BRODGEN 1966, ANGERMEIER 1972).

ad c) An die Andressur schloß sich die kritische Testphase. Hier wurde den Tieren an zehn aufeinander folgenden Tagen je zehnmal das Generalisationsmuster geboten, wobei wir in diesen Durchgängen alle Reaktionen belohnten (das bedeutet: Beköderung beider Pickscheiben), um weder ein Neulernen noch einen Lösungsprozeß zu begünstigen (vgl. REESE 1968). Dieses Vorgehen ist nicht unproblematisch, da eigentlich nur der erste Testdurchgang eine valide Messung ermöglicht. Andererseits bringt eine einmalige Messung andere Schwierigkeiten mit sich: Die Messungen dürften wenig stabil sein, eine Darstellung von Gruppendaten wenig sinnvoll (vgl. REESE 1968, ZEILER 1967).

Die Generalisationstests brachten für alle vier Tiergruppen folgende Abänderungen des Andressur-Musters: Figur-Wechsel (Substitution der Quadrate durch Kreise), Figur-Rotation um 45° und Inversion von Figur-Grund-

Helligkeit. Für Versuchsgruppe IV kamen zwei weitere Tests hinzu, in denen jeweils ein Farbwechsel bei der Figur des Ausgangsmusters vorgenommen wurde.¹

In den Lernversuchen und Generalisationstests wurden die folgenden Daten protokolliert (vgl. ANGERMEIER 1972):

- die Anzahl der Treffer,
- die Fehleranzahl,
- die Latenz 1 (= die Zeitdauer vom Öffnen der Tür zum Versuchskäfig bis zum Schnabelhieb auf die Pickscheibe),
- die Latenz 2 (= die Zeitdauer vom Betreten des Versuchskäfigs bis zum Schnabelhieb auf die Pickscheibe).

Eine Übersicht über die einzelnen Andressuren und dazugehörigen Generalisationstests sowie über die Verteilung der Versuchstiere auf die einzelnen Testabschnitte gibt Tab. 2-1., S. 29).

2.4 Zusammenfassung

Vier Taubengruppen lernten durch die Methode des operanten Konditionierens die Unterscheidung eines "positiven" Reizes von einem "negativen" Reiz, wobei die Reizgegebenheiten je nach Gruppenzugehörigkeit in der Farbgestaltung variierten.

¹⁾ Diese zusätzlichen Maßnahmen sollten als Hilfe für die spätere Interpretation der Ergebnisse bei den "Inversions-Tests" herangezogen werden.

Tab. 2-1. Zusammenstellung der Andressur- und Testbedingungen

		ANDRESSUR			
		I	II	III	IV
	Muster in der Andressur im Generalisationstest	Figur: weiße Quadrate Hintergrund: mittelgrau	Figur: schwarze Quadrate Hintergrund: mittelgrau	Figur: orange Quadrate Hintergrund: mittelgrau	Figur: mittelgraue Quadrate Hintergrund: hellgrau
GENERALISATIONSTESTS	A Figur-Wechsel (Kreise)	5	5	5	5
	B Figur-Rotation um 45°	5	5	5	5
	C Farb-Inversion von Figur/Grund	5	5	5	5
	D Farb-Wechsel der Figur (weiß)	-	-	-	5
	E Farb-Wechsel der Figur (schwarz)	-	-	-	5
Anzahl der Versuchstiere		15	15	15	25

Nach Erreichen des Lernkriteriums wurden den einzelnen Gruppen verschiedene Musterabwandlungen zur Prüfung der Generalisationsleistung geboten: Figur-Substitution, Figur-Rotation und Inversion von Figur-Grund-Helligkeit bei allen vier Versuchsgruppen, Farbwechsel der Figur zusätzlich bei der Tiergruppe IV.

Als Auswertungskriterien wurden die Latenzzeit, die Anzahl der Dressurdurchgänge bis zum Erreichen des Lernkriteriums und der Prozentsatz der Treffer pro Versuchstag erhoben.

3. Versuchsergebnisse

3.1 Vorbemerkungen

Bei Wahlaufgaben werden im allgemeinen fünf verschiedene Daten erhoben und ausgewertet (vgl. ANGER-MEIER 1972, S. 82):

- (1) die Latenz,
- (2) die Anzahl der Versuchsdurchgänge bis zum Erreichen des Lernkriteriums,
- (3) das erreichte Diskriminationsniveau nach zuvor bestimmter Anzahl von Versuchsdurchläufen,
- (4) die Fehlerzahl,
- (5) die Trefferzahl bei einer bestimmten Anzahl von Versuchsdurchgängen.

In der vorliegenden Arbeit wurden hieraus die folgenden Kriterien für die Auswertung der Versuche herangezogen:

- die Latenz

In unseren Versuchen wurden pro Versuchsdurchgang zwei Zeitmaße festgehalten: die Latenz 1 und die Latenz 2 (siehe S. 28). Da beide Wahlzeiten nur unerheblich voneinander differieren, wurde lediglich die Latenz 2 bei der Auswertung berücksichtigt. Wir verzichten auf einen gem.ellen Vergleich der Zeiten zwischen den Versuchsgruppen. Statt dessen wurden die bei den Andressur-Durchgängen benötigten Zeiten mit den der Generalisationstests verglichen.

(Zur Problematik der Versuchszeiten siehe S. 44).

- die Anzahl der Dressurdurchgänge bis zur Erreichung des Lernkriteriums

- der Prozentsatz der Treffer nach jedem Versuchstag (bei der Dressur- und bei der Testphase).

Auf die Auswertungsmöglichkeit von Fehler- und Trefferzahl wurde verzichtet, da hier ähnliche Ergebnisse zu erwarten sind wie im zuletzt aufgeführten Kriterium.

Im folgenden werden die Testergebnisse nach den Signifikanzwerten in drei Gruppen eingeteilt:

- 1 % : Die getesteten Werte unterscheiden sich sehr signifikant (s.s.).
- 5 % : Die getesteten Werte unterscheiden sich signifikant (s.).
- 5 % : Der Unterschied zwischen den geprüften Werten wird nicht als statistisch relevant betrachtet (n.s.).

3.2 Ergebnisse der Andressur

Abb. 3-1 zeigt die durchschnittliche Anzahl der Versuche bis zur Erreichung des Lernkriteriums (95 % Treffer in je 30 Durchgängen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen) für die Versuchsgruppe I, II, III und IV¹. Aufgetragen sind der Mittelwert einer jeden Gruppe ($\bar{m}$), seine Streuung (s) und der jeweilige Standardmeßfehler (s_m).

¹) Die Gruppenkennzeichnung geht aus der Klapptafel A-1, S. 60 hervor.

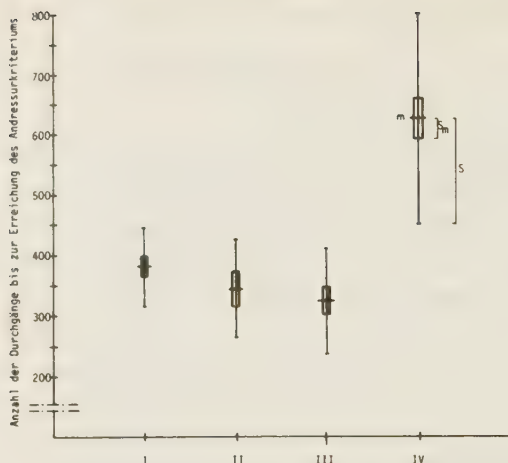


Abb. 3-1 Durchschnittliche Dauer der Andressur

	Gruppe			
	I	II	III	IV
m	383,67	345,47	325,33	625,76
s	64,94	81,23	88,53	173,34
s _m	16,77	20,98	22,86	34,67

(Die Einzeldaten, aus denen die angeführten Werte ermittelt wurden, sind Tab. A-10, S. 86 zu entnehmen.)

Die erhaltenen Daten wurden einem "approximierten Test für die Gleichheit der Mittelwerte bei heterogenen Varianzen" unterworfen (SOKOHL und ROHLF 1967).

Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der vier Versuchsgruppen (($F = 300,938$; $F(3,36 \text{ df}) = 18,8299$; $p = 0,02$)).

Um zu prüfen, in welcher Weise sich die Mittelwerte unterscheiden, wurden orthogonale Vergleiche vorgenommen (EDWARDS 1973). Geprüft wurden die Gruppen I, II und III gegen die Gruppe IV und die Gruppen I und III gegeneinander.

Die Prüfung brachte folgende Ergebnisse:

Die Daten der Versuchsgruppen I, II und III unterscheiden sich signifikant von denen der Gruppe IV ($t = 9,013$, $df = 66$; $t_{\text{krit}} = 2,39$, $\alpha = 1\%$); das heißt, Tiergruppe IV benötigte signifikant mehr Versuche zur Erreichung des Lernkriteriums als die übrigen Gruppen: Die mittlere Andressurdauer ist fast doppelt so groß wie bei den anderen Gruppen.

Der Unterschied bei den Andressurwerten der Gruppen I und III ist dagegen statistisch nicht relevant ($t = 1,309$, $df = 28$; $t_{\text{krit}} = 2,467$, $\alpha = 1\%$), was ebenfalls für die übrigen Vergleiche zwischen den ersten drei Gruppen angenommen werden kann, da hier die absoluten Unterschiede der Mittelwerte noch geringer sind als im geprüften Beispiel.

Auffällig bei allen Gruppen sind die relativ hohen Streuungen, wobei Gruppe IV auch hier eine im Vergleich zu den Gruppen I, II und III etwa doppelt so große Streuung vorweist (siehe Abb. 3-1, S. 32).

3.2.2 Vergleich der Lernkurven

In Abb. 3-2 (S. 34) sind die Lernkurven der vier Andressurgruppen dargestellt.¹

¹Bei der Darstellung (und der folgenden statistischen Auswertung) wurde folgendermaßen verfahren: Hatte ein Tier vor den übrigen Gruppenmitgliedern das Lernkriterium erreicht, so ging es mit dem Kriteriumswert von 95 % = 29 Treffern in die Mittelwertberechnung mit ein (wobei dieses Vorgehen den Idealfall voraussetzt, daß die Lernergebnisse weder durch Vergessensprozesse noch durch andere Testungen beeinflusst werden).

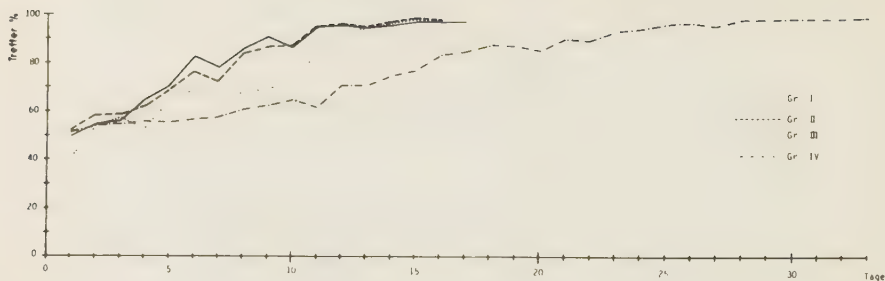


Abb. 3-2 Mittlere Tagesleistungen der Versuchsgruppen I, II, III und IV in der Andressur. Auf der Abszisse sind die Versuchstage, auf der Ordinate die Treffer in Prozent abgetragen.

(Die zugehörigen Daten sind in den Tabellen A-6 - A-9 (S. 79 - 82) aufgeführt, die diesen Mittelwerten zugrunde liegenden Tagesleistungen der einzelnen Tiere in den Tabellen A-2 - A-5 (S. 61 - 64) und in den Abbildungen A-2 - A-5 (S. 65 - 74).

Eine zweifache Varianzanalyse (LINDQUIST 1953)¹ der Tagesleistungen zeigte

- den zu erwartenden signifikanten "Tageseffekt", der angibt, daß die Leistungen der Tiere über die Versuchstage hin ansteigen,
- einen signifikanten "Gruppeneffekt", der auf einen unterschiedlichen Einfluß der Andressur-Muster auf die Tagesleistung hinweist,
- eine signifikante Wechselwirkung von Tages- und Gruppeneffekt, die bedeutet, daß der Unterschied in den Lernleistungen zwischen den Andressur-Gruppen schwankt in Abhängigkeit vom jeweiligen Versuchstag.

(Die statistischen Daten sind Tab. 3-1, S. 35 zu entnehmen).

¹) Die Prozent-Daten wurden hierzu einer Arc-Sinus-Transformation unterworfen (WEBER 1964, SACHS 1969).

Tab. 3-1 Ergebnisse der doppelten Varianzanalyse über die mittleren Tagesleistungen der einzelnen Andressurgruppen.

Quelle der Variation	F - Wert	F _{krit} (df)	Signifikanz-Niveau (1%)
zwischen den Tagen	212,5727	2,55 (10,8)	s.s.
zwischen den Gruppen	79,9811	4,04 (3,80)	s.s.
zwischen Tagen X Gruppen	6,1429	1,94 (30,30)	s.s.

3.3 Ergebnisse der Generalisationstests

In unserem Versuch wurde das Generalisationskriterium auf 63,2 % im Sinne der Andressur abgegebenen Wahlen (bei 100 Testdurchgängen) festgelegt (KOLLER 1969; Irrtumswahrscheinlichkeit: $\alpha = 0.01$).

Tab. 3-2 (S. 36) bringt eine Zusammenstellung der Testergebnisse. Aufgeführt sind die mittlere Anzahl der im Sinne der Andressur erfolgten Reaktionen¹ für jeden der insgesamt 14 Generalisationstests, deren Varianz und Streuung und der jeweilige Standardmeßfehler. Diese mittlere Trefferzahl für einen Generalisationstest resultiert aus 5 x 100 Testdurchläufen.

¹) Im folgenden werden solche Reaktionen vereinfacht "Treffer" genannt.

Tab. 3-2 Ergebnisse der Generalisationstests

Generalisations- test		Gruppe I	II	III	IV
A	M	97,8000	95,4000	95,8000	95,0000
	V	5,2000	8,8000	6,7000	14,5000
	S	2,2803	2,9664	2,5884	3,8078
	S _m	1,0198	1,3266	1,1576	1,7029
B	M	85,0000	83,6000	84,2000	87,0000
	V	35,5000	25,3000	30,2000	49,5000
	S	5,9581	5,0299	5,4954	7,0356
	S _m	2,6646	2,2495	2,4576	3,1465
C	M	57,6000	49,4000	48,4000	94,4000
	V	70,8000	26,8000	35,3000	7,8000
	S	8,4142	5,1768	5,9413	2,7928
	S _m	3,7630	2,3152	2,6571	1,2496
D	M				92,4000
	V				11,3000
	S				3,3615
	S _m				1,5033
E	M				98,6000
	V				1,3000
	S				1,1401
	S _m				0,5098

M = mittlere Trefferhäufigkeit

V = Varianz

S = Streuung

S_m = Standardfehler

Eine doppelte Varianzanalyse der Daten brachte folgende Ergebnisse (vgl. Tab. 3-3, S. 38)¹:

- Der unterschiedliche Einfluß, der aus der Andressur resultiert, erweist sich nur unter Testbedingung C (Inversion von Figur-Hintergrund-Helligkeit) als signifikant.
- Die Trefferquoten hängen in statistisch bedeutsamer Weise von den Generalisationsmustern ab - und zwar unter allen Andressurbedingungen (wobei das Ergebnis bei Versuchsgruppe IV im Unterschied zu den übrigen Gruppen nur auf dem 5 % - Niveau gesichert ist).
- Zwischen den beiden Faktoren Andressur und Generalisationsmuster ist eine signifikante Wechselwirkung zu verzeichnen.

¹) Bei dieser Auswertung wurden die Generalisationstests D und E der Gruppe IV (die lediglich als Interpretationshilfen geplant waren) zwecks besserer Vergleichbarkeit mit den übrigen Gruppen nicht mitberücksichtigt.

Tab. 3-3 Ergebnisse der doppelten Varianzanalyse
über die Generalisationsleistungen der
einzelnen Gruppen.

Faktor 1: Adressur-Muster

Faktor 2: Generalisationsmuster

Quelle der Variation	F - Wert	F _{krit} (df)	Signifi- kanz-Ni- veau (%)
zwischen den Generalisationstests	221,7394	5,08 (2,48)	s.s.
zwischen den Generalisationstests unter Adressur I	79,9824	5,08 (2,48)	s.s.
zwischen den Generalisationstests unter Adressur II	108,2455	5,08 (2,48)	s.s.
zwischen den Generalisationstests unter Adressur III	115,7702	5,08 (2,48)	s.s.
zwischen den Generalisationstests unter Adressur IV	3,7648	3,19 (2,48)	s.
zwischen den Adressur-Gruppen	32,6170	4,22 (3,48)	s.s.
zwischen den Adressur-Gruppen unter Generalisationstest A	0,2908	4,22 (3,48)	n.s.
zwischen den Adressur-Gruppen unter Generalisationstest B	0,8848	4,22 (3,48)	n.s.
zwischen den Adressurgruppen unter Generalisationstest C	168,9637	4,22 (3,48)	s.s.
zwischen Generalisationstests X Adressur	28,6745	3,20 (6,48)	s.s.

Weitere orthogonale Vergleiche zwischen den einzelnen Testergebnissen ergaben die folgenden Signifikanzwerte:

Tab. 3-4 Ergebnisse der orthogonalen Vergleiche über die Generalisationsleistungen der Versuchsgruppen

An- dres- sur	orthogonale vergleiche	t-Wert	t _{krit} (df=12)	Signifi- kanz-Ni- veau
I	A + B vs C	-10,1223	2,681	s.s.
	A vs B	3,3197	2,681	s.s.
II	A + B vs C	-16,2496	2,681	s.s.
	A vs B	4,1411	2,681	s.s.
III	A + B vs C	-15,4841	2,681	s.s.
	A vs B	4,0708	2,681	s.s.
IV	A + B vs C	1,2690	2,681	n.s.
	A vs B	2,5858	1,782	s.

Diese Ergebnisse bedeuten: Die Versuchsgruppen I, II und III zeigten bei Test C weitaus schlechtere Leistungen als in den Tests A und B. Hier kann von einer gelungenen Generalisation nicht gesprochen werden.

Die in Test C erhaltenen Daten dieser drei Tiergruppen wurden einem χ^2 -Test (mit Yates-Korrektur) unterworfen, wobei die ersten und letzten 10 Durchgänge der einzelnen Tiere zugrunde gelegt wurden (χ^2 -

Programm-Sammlung für Tektronix 31, LANGHEINRICH, 1976)
Das Ergebnis zeigt, daß kein signifikanter Unterschied der Trefferhäufigkeit vorliegt (siehe Tab. 3-5). Das heißt, ein Einfluß solcher Faktoren wie Zeit, Umlernen bzw. Neulernen dürfte auszuschließen sein.

Tab. 3-5 Ergebnisse des χ^2 -Tests über die Trefferhäufigkeit der ersten und letzten 10 Versuchsdurchgänge bei den Gruppen I C, II C und III C.

Gruppe	FG	χ^2	= 0,01
I C	4	0,3217	13,28
II C	4	0,7538	13,28
III C	4	1,0701	13,28

Versuchsgruppe IV dagegen zeigt als einzige eine gelungene Generalisation bei Test C.

Für alle Versuchsgruppen trifft zu, daß die Tiere im Generalisationstest B schlechter abschneiden als im Test A.

Beide Sachverhalte werden in Abb. 3-3 (S. 41) noch einmal verdeutlicht.

Wenn allerdings die Einzelleistungen der Tiere betrachtet werden (siehe Tab. A-11, S. 87), so sind einige Einschränkungen zu machen:

Aus der Versuchsgruppe I erreichte Taube 3 im Generalisationstest C 67 Treffer und liegt damit über dem geforderten Signifikanz-Niveau von 63,2 %. Ein weiteres Tier dieser Gruppe, Taube 6, verfehlte im

gleichen Test mit 63 Treffern nur sehr knapp das Kriterium.

Weiter zeigen einzelne Tiere auch im Generalisationstest B den im Test A erzielten Ergebnissen vergleichbare Leistungen (die Tauben mit der Nummer 2 aus den Versuchsgruppen I, III und IV).

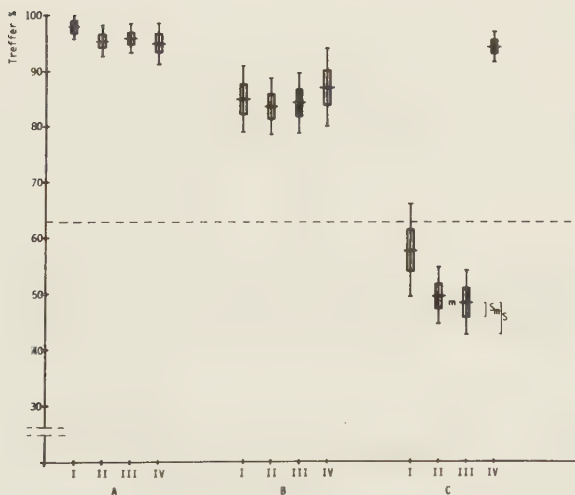


Abb. 3-3 Ergebnisse der Generalisationstests für die Versuchsgruppen I, II, III und IV. Die Zusammenstellung erfolgte aufgrund der gleichen Generalisationstest-Art.

m = Mittelwert

s = Streuung

s_m = Standardmeßfehler

Generalisationstests:

A (Figur-Variation)

B (Figur-Rotation)

C (Inversion von Figur-Grund-Helligkeit)

Schließlich seien noch die Resultate der beiden zusätzlichen Testungen D und E in der Versuchsgruppe IV angeführt.

Ein ~~varianz~~varianzanalytischer Vergleich der insgesamt fünf Generalisationstests dieser Gruppe zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Leistungen in den einzelnen Tests ($F = 5,3708$; $F(4,20 \text{ df}) = 4,43$; $\alpha = 1\%$)).

Orthogonale Vergleiche weisen auch hier auf eine signifikant schlechtere Leistung im Generalisationstest B gegenüber den übrigen Testleistungen hin. Die Unterschiede in den Tests A, C, D und E sind dagegen statistisch nicht relevant (siehe Tab. 3-6).

Tab. 3-6 Ergebnisse der orthogonalen Vergleiche über die Generalisationsleistungen der Gruppe IV

orthogonale Vergleiche	t-Wert	$t_{\text{krit}}(df=20)$	Signifikanz-Niveau (1 %)
A + C + D + E vs B	3,9430	2,528	s.s.
A + C vs D + E	0,4354	2,528	n.s.
D vs E	2,3860	2,528	n.s.
A vs C	0,2309	2,528	n.s.

Die Ergebnisse bedeuten: Die Tiere erbringen in den Tests D und E Leistungen, die denen der Tiere bei dem Generalisationstest A und damit den Leistungen bei allen vier Generalisationstests dieser Art entsprechen.

3.4 Latenzzeiten

Die Latenzzeit entspricht in unserem Versuch der Zeit vom Betreten des Versuchskäfigs bis zum Picken der Pickscheibe. Von dieser gemessenen Zeit wurde zur Normierung der reziproke Wert $1/t$ gebildet.

Bei dem Vergleich von Andressur- und Testzeiten mit dem Wilcoxon-Test (FRÖHLICH und BECKER 1972) wurden, bei zweiseitiger Fragestellung, die mittlere Zeitmessung der beiden Tage, an welchen das Lernkriterium erfüllt wurde und die mittlere Latenzzeit der ersten 10 Durchgänge im Generalisationstest pro Tier zugrunde gelegt. Tab. 3-7 zeigt: In den Gruppen II und IV sind die Latenzzeiten bei den Generalisationstests signifikant höher als deren Andressurzeiten. Bei den Gruppen I und III lassen sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den Latenzzeiten ausmachen.

Tab. 3-7 Ergebnisse des Wilcoxon-Tests über die Testzeiten von Andressur- und Generalisationstestphase

Versuchs- gruppe	N	T	t_{krit}	
			5 %	1 %
I	15	33	25	16
II	15	17	25	16
III	15	28	25	16
IV	25	33	89	68

N = Anzahl der von Null verschiedenen Paardifferenzen

T = Summe der Rangplätze mit dem selteneren Vorzeichen

t_{krit} = Prüfwert

Bei der Zeitmessung trat folgendes Problem auf:
Den sehr hungrigen Tieren gelang es nicht immer,
den Futterabgabe-Mechanismus mit e i n e m Schna-
belhieb auszulösen.

Die Beobachtungen deuteten in solchen Fällen jedoch
nicht auf ein Konfliktverhalten hin, so daß die
Zeit als Kriterium für die Sicherheit bzw. Unsi-
cherheit der Wahl nicht geeignet erscheint.
Daher sollen die gemessenen Wahlzeiten nicht in die
anschließende Diskussion miteinbezogen werden.

3.5 Zusammenfassung

Vier Taubengruppen ($N_{\text{insgesamt}} = 70$) erlernten in
der Andressur ein kleines Quadrat (= positiver Reiz)
von einem großen Quadrat (= negativer Reiz) zu un-
terscheiden.

Hierbei zeigten die Gruppen, je nach der Farbgestal-
tung der Muster, unterschiedliche Lernleistungen:
Bei geringem Helligkeitskontrast von Figur und Hin-
tergrund wurde eine längere Trainingsphase regi-
striert als bei stärkerem Kontrast.

Die anschließenden Generalisationstests brachten
folgende Ergebnisse:

Bei einer Formvariation (Austausch der Quadrate durch
Kreise) wurden gute Generalisationsergebnisse er-
zielt - und zwar von allen Versuchsgruppen.

Eine Formrotation brachte eine leichte Beeinträch-
tigung der Generalisationsleistung bei allen Test-
gruppen.

Bei einer Invertierung der Figur-Hintergrund-Farbe
war zwar Generalisationsverhalten zu verzeichnen,
aber nur bei Tieren mit der "schwereren" (und län-

geren) Andressur mit geringem Helligkeitskontrast von Figur und Hintergrund.

4. Diskussion der Befunde

Die Ergebnisse der Andressur zeigen, daß unterschiedliche Farbgestaltung der Muster einen unterschiedlichen Einfluß auf die Acquisitionsdauer hat.

So benötigte Versuchsgruppe IV durchschnittlich 625 Versuchsdurchgänge bis zur Erreichung des Lernkriteriums gegenüber 383 (Gruppe I), 345 (Gruppe II) und 325 (Gruppe III) Versuchen.

Betrachtete man die Lernkurven (S. 34), so läßt sich für Gruppe IV ein wesentlich flacherer Verlauf feststellen. Darüber hinaus zeigt sich, daß diese Tiere schon bis zum Erreichen des Signifikanzniveaus von 80 Prozent Treffern bei 30 Durchgängen (vgl. KOLLER 1969) fast doppelt so viele Tage benötigten wie die übrigen Tiere.

Für Gruppe IV wurde - im Gegensatz zu den anderen Gruppen - diese längere Lernphase erwartet, da die geforderte Diskriminationsleistung erschwert war durch den geringen Helligkeitskontrast von Figur- und Hintergrund.

Hier dürfte den Aufmerksamkeitsprozessen und dem Einsatz von Analysatoren eine wichtige Rolle zukommen.

Eine kontrastreichere Farbgestaltung des Musters (wie bei den Gruppen I, II und III) aktiviert wohl eher Aufmerksamkeitsprozesse als eine kontrastschwache - zumal, wenn man bedenkt, daß für manche Tiere, wie z.B. Tauben und Affen, Farbreize effektiver

sind als etwa Formreize (HARLOW 1945, WARREN 1953, ANGERMEIER 1972, WILLIAMS 1972).

Solche Prozesse wiederum sind die Voraussetzung, daß das Tier relevante Aspekte des Musters beachtet, die es zu einer korrekten Beantwortung der Aufgabe befähigen.

Es ist zu vermuten, daß die Tiere der Gruppe IV recht lange Analysatoren einsetzen, die für die Lösung dieser Diskriminationsaufgabe unbrauchbar waren. Die "Strategien" der Gruppen I, II und III führten dagegen rascher zur erfolgreichen Lösung des Diskriminationsproblems, weil hier die selektive Aufmerksamkeit der Tiere sich sehr bald auf die relevanten Reizaspekte der Versuchssituation richtete.

Trotz unterschiedlicher Lernleistung in der Andresur erzielten die Versuchsgruppen in den Generalisationstests A und B vergleichbare Resultate, was bedeutet, daß die entsprechenden Informationen im Langzeitgedächtnis gespeichert wurden.

Wie aus Abb. 3-3 (S. 41) zu erkennen ist, beeinträchtigte ein Figurwechsel (nämlich der Austausch der Quadrate durch Kreise) bei keiner Gruppe wesentlich die durchschnittliche Treffer-Quote. Möglicherweise stellt die vorgenommene Abänderung der Reizkonfiguration für die Tiere nur einen sehr geringen Unterschied dar. Mag sich für uns auch ein Kreis von einem Quadrat beträchtlich unterscheiden, so müssen wir uns doch hüten, dieselben Ähnlichkeits- bzw. Unähnlichkeitsbegriffe bei Tieren zu implizieren.

So können z.B. Rhesusaffen zwischen Quadrat und Kreis weitaus schlechter diskriminieren als zwischen Dreieck und Kreis (ANGERMEIER 1972).

Auch Ratten und Polypen können diese Figuren nur schwer bzw. gar nicht unterscheiden, obwohl ihnen die Diskrimination anderer Figuren von weitaus größerer geometrischer Ähnlichkeit sehr wohl gelingt (DEUTSCH 1955).

LASHLEY (1938) schreibt zu diesem Problem:

"The pair of figures giving greatest difficulty of discrimination where the element of acuity might play a part are the square and the circle. In several experiments these have required from 60 to 300 trials for learning and only one-fourth of the animals have shown any improvement above chance. Yet acuity is certainly not the chief limiting factor in this case."

(a.a.O., zit. nach DEUTSCH 1955, S. 31).

DEUTSCH sieht den Grund für solche Verwechslungen weniger in einem begrenzten periphären optischen System als in einem mehr zentralen Defekt. Er postuliert in seiner Theorie der Muster-Erkennung bei Kreis und Quadrat gleiche Zell-Entladungen, da bei beiden Figuren alle sich gegenüberliegenden Punkt-Paare die gleiche Entfernung voneinander haben. Auf diesem Hintergrund sind die in Generalisationstest A erzielten hohen Treffer-Quoten sehr einleuchtend: Wenn zwischen Quadrat- und Kreisfiguren nur schwer zu unterscheiden ist, so ist der Generalisationsschritt bei einem Austausch dieser Figuren nur minimal.

Doch diese Erklärung wird unzureichend, sobald die Ergebnisse bei Generalisationstest B (Rotation der Muster um 45°) hinzugezogen werden.

Diese Generalisationsaufgabe wird ja von allen Versuchsgruppen weniger gut gemeistert. Die Treffer-Zahl liegt hier ca. 10 % niedriger als beim Figur-Wechsel.

Dieses Resultat deckt sich mit Hinweisen, daß weder in Human- noch in Tierversuchen die Rotation einer Figur generell als äquivalent zum ursprüngli-

chen Muster behandelt wird (RUBIN 1921, GILBERT und SUTHERLAND 1969, RENSCH 1973).

Wären für die Äquivalenz zweier Figuren gleiche bzw. ähnliche Entfernungen der gegenüberliegenden Umriß-Punkt-Paare allein ausschlaggebend, so müßten im Rotationstest Ergebnisse erzielt werden, die denen im Test A vergleichbar wären.

SUTHERLANDs Theorie-Entwurf zur Muster-Erkennung (1968, in GILBERT und SUTHERLAND 1969, S. 385 ff) bietet eine einleuchtende Erklärung für die fehlende Äquivalenz von rotierten und unrotierten Figuren:

Geht man von den im "Store" repräsentierten abstrakten, beschreibenden Regeln des erlernten Quadrates aus (siehe S. 14), so läßt sich folgende mögliche Beschreibung finden (wobei hier zunächst die Beschreibung der Farbaspekte von Figur und Hintergrund ausgespart bleiben soll):

$${}_w H(x) {}_e = {}_n V(x) {}_s = {}_e H(x) {}_w = {}_s V(x) {}_n =$$

In dieser Gleichung beziehen sich die Buchstaben "H" und "V" auf horizontale bzw. vertikale Linien oder auf die "outputs" von horizontalen und vertikalen "Bar detectors"; die Buchstaben "e" (east) und "w" (west) beziehen sich auf die retinalen Koordinaten des jeweiligen Endes der horizontalen Linien und die Buchstaben "s" (south) und "n" (north) auf das entsprechende Ende der vertikalen Linien. "x" steht für die Länge der Linien und ist für alle Seiten gleich.

Diese "kreisförmige" Gleichung zeigt, daß bei einem Quadrat die retinalen Koordinaten eines Linienendes dieselben sind wie die der angrenzenden Linie.

Im Generalisationstest erfolgt ein Vergleich dieser Beschreibung mit dem "Processor-output" des analysierten neuen Musters (wobei beide in Ausdrücken der spezifischen Kontur-Orientierungen beschrieben sind).

Um das rotierte Muster als äquivalent (oder ähnlich)

zum erlernten Muster zu sehen, müßte die vom "Processor-output" differierende deskriptive Regel im "store" erst modifiziert werden.

Hierdurch könnte die nicht perfekte Generalisation der Tiere im Test B zu erklären sein.

Werden die Farbgestaltungen der Muster-Konfigurationen in ein solches Beschreibungskonzept miteinbezogen, so kommen zu der oben angeführten Kennzeichnung eines Quadrates z.B. für das Andressur-Muster I noch folgende Punkte hinzu:

Die nördliche horizontale Kontur wird durch Einheiten von den "edge detectors" "mittelgrau oben/weiß unten", die östliche vertikale Kontur durch Einheiten der "edge detectors" "mittelgrau rechts/weiß links" erfaßt usw.

Damit ist auch eine Erklärung für das Versagen der Gruppen I, II und III bei Generalisationstest C gefunden: Bei einer Invertierung von Figur-Hintergrund-Helligkeit weichen die gespeicherten deskriptiven Regeln des Andressur-Musters stark von der Processor-Analyse des Generalisations-Musters ab. Die neue Beschreibung könnte jetzt z.B. heißen: "oberhalb der nördlichen horizontalen Kontur weiß, unterhalb mittelgrau usw".

Der Farbwechsel der Figur kann es nicht allein sein, der die Wiedererkennung erschwert.

Das zeigen die Ergebnisse der Generalisationstests D und E. Sieht man einmal von der Farbgebung des jeweiligen Hintergrundes ab, so hatten die Tiere der Gruppe I bei Test C den gleichen "Generalisationsschritt" zu leisten wie die Tiere der Gruppe IV bei Test D: Im ersten Fall erfolgte ein Farbwechsel der Figur von weiß nach mittelgrau, im letzten umgekehrt von mittelgrau nach weiß.

Für die Tauben der Gruppe II bei Test C und die Tie-

re der Gruppe IV bei Test E verhielt es sich entsprechend: hier wurden die Farben schwarz und mittelgrau ausgetauscht.

Daraus wird deutlich, daß den Hintergrund-Variablen eine große Bedeutung zukommt: Änderungen solcher Reizaspekte beeinträchtigen bei Mensch und Tier die Performance (ESTES, HOPKINS und CROTHERS 1960, SUTHERLAND und MACKINTOSH 1971, MEDIN 1975).

Nun müßte diese Art der Speicherung von Informationen über das Muster und der Vorgang der "Wiedererkennung" ja ebenfalls für die Tiere der Gruppe IV gelten. Es ist die einzige Gruppe, die - entgegen den Erwartungen - bei Test C eine erfolgreiche Generalisation zeigte.

Für das unterschiedliche Ergebnis könnten verschiedene Aufmerksamkeitsprozesse während der Lernphase ausschlaggebend sein: Möglicherweise lernen Tauben bei einem schwachen Kontrast von Figur- und Hintergrund-Helligkeit eher Informationen über die Kontur der Figur zu speichern - die auch in den Generalisationsversuchen konstant blieb - während bei stärkerem Kontrast mehr Reize wie die Farbaspekte Beachtung finden.

Eine besondere Rolle kommt bei diesem Generalisationstest der vorherigen Andressur-Dauer zu.

In ihrem langen Training bekamen die Tiere der Gruppe IV insgesamt mehr Verstärkungen, welche wiederum die Informationsaufnahme beeinflussten, insofern als sie die selektive Aufmerksamkeit mehr und mehr auf relevante Aspekte der Stimulus-Situation lenkten (ANGERMEIER 1973). Dieses Training ermöglichte zudem auch ein erhöhtes Feedback von der Versuchsausrüstung selbst, welches eine wichtige Voraussetzung für ein gutes Lern- bzw. Generalisationsergebnis ist.

So lernten z.B. Ratten schneller und besser, wenn sie, um Futter zu bekommen, zuvor eine Taste drücken mußten, als wenn sie diese lediglich zu berühren hatten (ANGERMEIER 1979, mündliche Mitteilung).

Wenn man berücksichtigt, daß die Tiere der Gruppe IV von der Erreichung des Signifikanz-Niveaus von 80 % bis zum geforderten Lernkriterium von 95 % Treffern etwa doppelt solange benötigten wie die übrigen Gruppen, so könnten sie mit einer "übermäßig lang" dressierten Versuchsgruppe verglichen werden. Von solchen Gruppen mit "overtraining" heißt es, daß in der langen Lernphase das Erlernen der Relevanz der einzelnen Musteraspekte intensiviert wird (HINDE 1973).

Eine lange Lernphase könnte zudem eher die Möglichkeiten geben, mehrere Analysatoren bei der Aufgabenlösung "durchzuprobieren", wodurch dann im kritischen Versuch auch mehrere verfügbar wären. Stehen keine alternativen Analysatoren zur Verfügung, so wird ein Tier nach dem Scheitern "seines" Analysators auf Zufalls- oder Positionswahlen zurückkommen (wie die Tiere der Gruppen I C, II C und III C).

Das gute Abschneiden der Taubengruppe IV C hat jedoch noch einen - sehr trivialen - Grund: Bei dem schwachen Figur-Grund-Kontrast wurde zwar die Diskrimination bei der Andressur erschwert, andererseits aber war die geforderte Generalisationsleistung bei einer Invertierung der Figur-Hintergrund-Farbe leichter, da die Distanz von Ausgangs- und Testreiz ebenfalls geringer war.

Hinzu kommt, daß Tiere mit einer besonders schweren Andressur, die das Lernkriterium erreichen, im allgemeinen prädisponiert sind für eine bessere Generalisationsleistung als sie Tiere ohne entsprechende Erfahrung erbringen können.

Für eine erschöpfende Erklärung der vorliegenden Ergebnisse wäre eine detaillierte Untersuchung aller in Frage kommenden Analysatoren bzw. ihres systematischen Einsatzes erforderlich.

Literaturverzeichnis

- ANGERMEIER, W.F.: Kontrolle des Verhaltens. Das Lernen am Erfolg. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1972
- ANGERMEIER, W.F.: Bedingte Reaktionen. Grundlagen. Beziehungen zur Psychosomatik und Verhaltensmodifikation. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1973
- ANGERMEIER, W.F.: Verstärkung. Unveröffentlichtes Referat, Münster, 1973
- BLOUGH, D.S. and BLOUGH, P. McBride: Experiments in Psychology. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1964
- BROGDEN, W.J.: Animal Studies of Learning. In: STEVENS, S.S. (Ed.): Handbook of Experimental Psychology. Wiley, New York-London, 1966, S. 568 - 612
- BROWN, J.S.: Generalization and Discrimination. In: MOSTOFISKY, D.J. (Ed.): Stimulus Generalization. Stanford, Stanford Univ. Press, 1965, S. 7 - 23
- CHARD, R.D.: Visual acuity in the pigeon. J. exp. Psychol., 1939, 23, 588 - 608
- DEUTSCH, J.A.: A Theory of Shape Recognition. Brit. J. Psychol., 1955, 46, 30 - 37
- DIN Taschenbuch 15, Normen über Informationsverarbeitung. Beuth Verlag, Berlin-Köln-Frankfurt, 1975
- EDWARDS, A.L.: Versuchsplanung in der psychologischen Forschung. Beltz-Verlag, Weinheim-Basel, 1973
- ESTES, W.K., HOPKINS, B.L. and CROTHERS, E.J.: All-or-none and conservation effects in the learning and retention of paired associates. J. exp. Psychol., 1960, 60, 329 - 339
- FOPPA, K.: Lernen, Gedächtnis, Verhalten. Ergebnisse und Probleme der Lernpsychologie. Kiepenheuer & Witsch, Köln-Berlin, 1965

FRÖHLICH, W.D. und BECKER, J.: Forschungsstatistik.
Bouvier-Verlag Herbert Grundmann, Bonn 1972

GILBERT, R.M. and SUTHERLAND, N.S. (Eds.): Animal
Discrimination Learning. Acad. Press, London-
New York, 1969

GLUCK, J.P. and HARLOW, H.F.: The effect of deprived
and enriched rearing conditions on later
learning: A review. In: JARRAD, L.E. (Ed.):
Cognitive processes of nonhuman primates.
Acad. Press, New York, 1971

GUNDLACH, R.H.: The visual acuity of homing pigeons.
J. comp. physiol. Psychol., 1933, 16, 327 - 342

HAMILTON, W.F. and GOLDSTEIN, J.L.: Visual acuity
and accomodation in the pigeon. J. comp. physiol.
Psychol., 1933, 15, 193 - 197

HARLOW, H.F.: Studies in discrimination learning by
monkeys: VI. Discrimination between stimuli
differing in both color and form, only in color
and only in form. J. Gen. Psychol., 1945, 33,
225 - 235

HEINROTH, O. und HEINROTH, K.: Verhaltensweisen der
Felsentaube. Z. f. Tierps., 1949, 6, 153 - 201

HERRNSTEIN, R.J. and LOVELAND, O.H.: Complex visual
concept in the pigeon. Science, 1964, 146,
549 - 551

HILGARD, E.R. and BOWER, G.H.: Theories of Learning.
Appleton-Century-Crofts, New York, 1948
dtisch: Theorien des Lernens, I, 1971

HINDE, R.A.: Das Verhalten der Tiere, Bd. II,
Suhrkamp-Verlag, Frankfurt, 1973

HOLLAND, J.G. and SKINNER, B.F.: Analyse des Ver-
haltens. Urban und Schwarzenberg, München-
Berlin-Wien, 1971

HONIG, W.K. (Ed.): Operant Behavior. Areas of Re-
search and Application. Appleton-Century-Crofts,
New York, 1966

HOPP, M.-L.: Sozialer Rang und Lernleistung bei
Tauben. Unveröff. Zulassungsarbeit zur Vor-
prüfung f. Diplom-Psychologen, Münster, 1971

- HUBEL, D.H. and WIESEL, T.N.: Receptive fields and functional architecture in two non-striate visual areas (18 and 19) of the cat. J. Neurophysiol., 1965, 28, 229 - 289
- HUBEL, D.H. and WIESEL, T.N.: Receptive field, binocular interaction and functional architecture in the Cat's visual cortex. J. Physiol., 1962, 160, 106 - 154
- HUBEL, D.H. and WIESEL, T.N.: Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. J. Physiol., 1968, 195, 215 - 243
- KATZ, D. und TOLL, A.: Messung von Charakter- und Begabungsunterschieden bei Tieren. Z. f. Psychol. 1923, 93, 287 - 311
- KENDLER, T.S. and KENDLER, H.H.: Vertical and horizontal processes in problem solving. Psychol. Rev., 1962, 69, 1 - 16
- KOEHLER, O.: Können Tauben "zählen"? Z. f. Tierps., 1937, 1, 39 - 48
- KOEHLER, O.: Sprache und unbenanntes Denken. In: L'instinct dans le comportement des Animaux et de L'Homme. Paris, 1956
- KOLLER, S.: Neue graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Steinkopf, Darmstadt 1969
- KRECHEVSKY, I.: "Hypothesis" in rats. Psychol. Rev., 1932, 39, 516 - 532
- LANGHEINRICH, D.: Chi₂-Programme. Programmsammlung für Tektronix 31, Münster, 1976
- LINDQUIST, E.F.: Design and analysis of experiments. Houghton Mifflin, Boston, 1953
- LOVEJOY, E.: Attention in discrimination learning. Holden-Day, San Francisco, 1968
- MACKINTOSH, N.J.: The Psychology of Animal Learning. Acad. Press, London-New York-San Francisco, 1974
- MARX, M.H. (Ed.): Learning: Theories. The Macmillan Company, London, 1970

- MATURANA, H.R. and FRENK, S.: Directional movement and horizontal edge detectors in the pigeon retina. *Science*, 1963, 142, 977 - 979
- MEDIN, D.L.: A theory of context in discrimination learning. In: BOWER, G.H. (Ed.): *The Psychology of Learning and Motivation*, 9, 263 - 315, Acad. Press, London-New York-San Francisco, 1975
- MEDNICK, S.A. and FREEDMAN, J.L.: Stimulus generalization. *Psychol. Bull.*, 1960, 57, 169 - 200
- METZGER, W.: *Das Experiment in der Psychologie*. Stud. Gen., 5. Jahrg., 3, 1952, 142 - 163
- MOSTOFSKY, D.J. (Ed.): *Stimulus Generalization*. Stanford Univ. Press, 1965
- NEISSER, U.: *Cognitive Psychology, Part II*. Appleton-Century-Crofts, New York, 1966
dtsh: *Kognitive Psychologie* 1974
- PORZIG, E.: *Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1969
- REESE, H.W.: *The Perception of Stimulus Relations*. Acad. Press, New York-London, 1968
- RENSCH, B.: *Gedächtnis, Begriffsbildung und Planhandlungen bei Tieren*. Parey-Verlag, Berlin, 1973
- RESTLE, F.: A theory of discrimination learning. *Psychol. Rev.*, 1955, 62, 11 - 19
- RESTLE, F.: Axioms of a theory of discrimination learning. *Psychometrika*, 1955, 20, 201 - 208
- ROMESKIE, M. and YAGER, D.: Psychophysical studies of pigeon color vision - II. The spectral photometric interval function. *Vision Research*, 1976, 16, 507 - 512
- RUBIN, E.: *Visuell wahrgenommene Figuren*. Gylden-daske Goghandel, Kobenhavn-Berlin-London, 1921
- SACHS, L.: *Statistische Auswertungsmethoden*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1969
- SKINNER, B.F.: *Science and human behavior*. Macmillan, New York, 1953

- SOKAHL, R.R. and ROHLF, F.J.: Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Freeman, W.H. and Company, San Francisco, 1969
- SPENCE, K.W.: Behavior. Theory and Learning. Selected Papers. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1960
- SCHLOSBERG, H. and SOLOMON, R.L.: Latency of response in a choice discrimination. J. exp. Psychol., 1943, 33, 22 - 39
- SCHULTE, E.-H.: Unterschiede im Lern- und Abstraktionsvermögen von binokular und monokular sehenden Hühnern. Z. f. Tierps., 1970, 27, 946 - 970
- STEINZEN, M.: Beobachtungen an weiblichen Taubengemeinschaften unter besonderer Berücksichtigung der Verhaltensbesonderheiten bei der Rangentstehung und in Lernsituationen. Unveröff. Zulassungsarbeit zur Vorprüfung für Diplom-Psychologen, Münster, 1971
- STEVENS, S.S. (Ed.): Handbook of Experimental Psychology. Wiley, New York-London 1951
- SUTHERLAND, N.S.: Object Recognition. In: CARTERETTE, E.C. and FRIEDMAN, M.P. (Ed.): Handbook of Perception, Vol. III, Acad. Press, New York, 1973, 157 - 185
- SUTHERLAND, N.S. and MACKINTOSH, N.J.: Mechanisms of Animal Discrimination Learning. Acad. Press, New York-London, 1971
- TERRACE, H.S.: Stimulus Control, In: HONIG, W.K. (l.c.)
- WARREN, J.M.: Additivity of cues in a visual pattern discrimination by monkeys. J. comp. physiol. Psychol., 1953, 46, 484 - 486
- WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. VEB G. Fischer Verlag, Jena, 1964
- WILLIAMS, D.I.: Discrimination learning in the pigeon with two relevant cues, one hard and one easy. Brit. J. Psychol., 1972, 63, 407 - 409
- WOODWORTH, R.S. and SCHLOSBERG, H.: Experimental Psychology. Holt, Rinehart and Winston, New York-Chicago-San Francisco-Toronto, 1965

WÜNSCHMANN, A.: Quantitative Untersuchungen zum Neugierverhalten von Wirbeltieren. Z. f. Tierps., 1963, 20, 80 - 109

WUNDT, W.: Grundzüge der Physiologischen Psychologie I. Engelmann, Leipzig, 1908

ZEAMAN, D. and HOUSE, B.J.: The role of attention in retarded discrimination learning. In: ELLIS, N.R. (Ed.): Handbook of mental deficiency. Psychological theory and research. Mc Graw-Hill, New York, 1963, 159 - 223

ZENTALL, Th. and HOGAN, D.: Abstract concept learning in the pigeon. J. exp. Psychol., 1974, 102, 393 - 398

ZEIER, H.G.: Über sequentielles Lernen bei Tauben mit spezieller Berücksichtigung des "Zähl"-Verhaltens. Z. f. Tierps., 1966, 23, 161 - 189

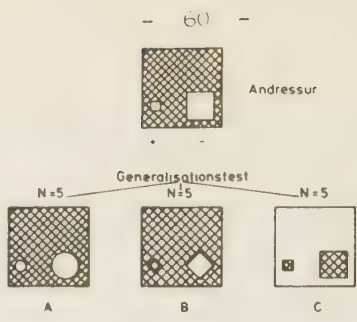
ZEIER, H.G.: Das Lernen von Sequenzen visueller Zweifachwahlen mit Hilfe auditiver Rückmeldungen. Z. f. Tierps., 1967, 24, 201 - 207

ZEILER, M.D.: Simultaneous discrimination: Two separate Types of control., J. exp. Psychol., 1974, 102, 941 - 947

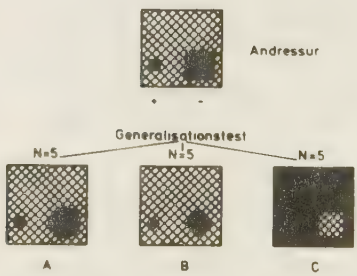
ZEILER, M.D.: Stimulus definition and choice. In: LIPSITT, L.P. and SPIKER, C.C. (Eds.): Advances in child development and behavior. Vol 3, Acad. Press, New York, 1967, 125 - 156

A N H A N G

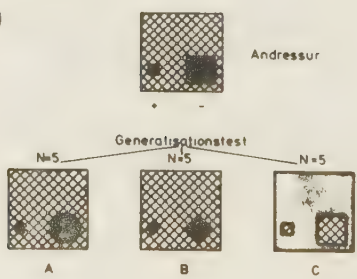
Gruppe I (N=15)



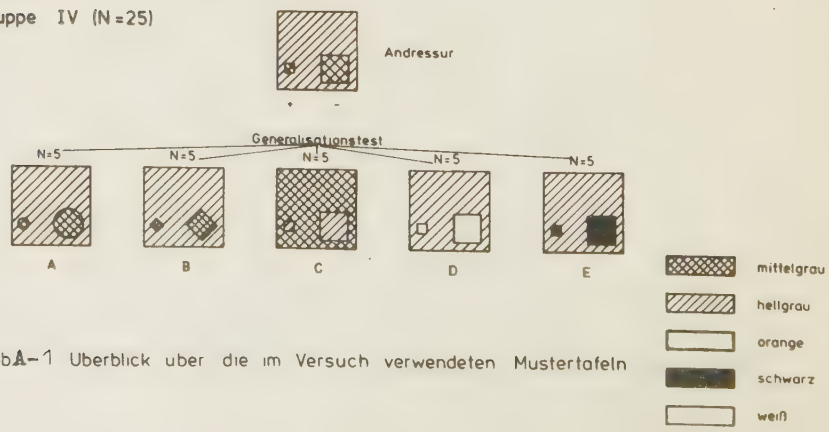
Gruppe II (N=15)



Gruppe III (N=15)



Gruppe IV (N=25)



AbbA-1 Überblick über die im Versuch verwendeten Mustertafeln

Tab. A-2 Andressur-Ergebnisse der Versuchsgruppe I
(angeführt sind die Treffer-Prozent pro Versuchstier und Versuchstag)

Taube

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,00	0,00	60,00	47,61	66,66	57,14	38,09	16,00	34,78	54,54	55,00	45,00	52,38	50,00	27,27
2	57,50	67,74	28,57	51,61	64,51	70,00	46,66	45,16	53,33	38,70	70,00	61,29	29,03	60,00	53,33
3	75,00	75,86	60,00	50,00	60,00	51,61	66,66	42,42	60,00	50,00	56,66	67,74	37,50	50,00	53,33
4	0,00	50,00	70,00	70,00	76,66	70,00	53,33	50,00	63,33	48,38	43,33	53,33	53,33	40,00	45,16
5	83,33	52,38	70,00	56,66	76,66	60,00	76,66	60,00	70,96	64,51	56,66	56,66	63,33	63,33	46,66
6	86,66	73,33	83,33	75,00	66,66	75,00	66,66	63,33	73,33	64,51	56,66	80,00	70,00	70,00	25,00
7	80,00	70,00	60,00	76,66	66,66	50,00	63,33	73,33	53,33	48,38	51,61	58,06	70,00	70,00	59,37
8	70,00	76,66	60,00	83,33	66,66	63,33	53,33	54,83	83,33	60,00	73,33	86,66	73,33	63,33	50,00
9	64,52	80,00	53,33	85,00	52,38	54,54	77,41	63,33	96,66	53,12	66,66	90,00	73,33	60,00	60,00
10	96,66	96,66	80,00	85,00	70,00	55,00	66,66	73,33	73,33	63,33	50,00	83,33	83,33	56,66	53,33
11	100,00	96,66	86,66	90,00	76,66	73,33	76,66	76,66	90,00	70,00	76,66	96,66	96,66	70,96	70,00
12			100,00	100,00	96,66	76,66	83,33	96,66	96,66	76,66	100,00	96,66	90,00	83,33	90,00
13			96,66	100,00	96,66	96,66	93,54	96,66	96,66	76,66	100,00		90,00	86,66	80,00
14						100,00	86,66			86,66			100,00	100,00	96,66
15							96,66			100,00			100,00	96,66	96,66
16							96,66			96,66					

Tab. A-3 Adressur-Ergebnisse der Versuchsgruppe II

Taube

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	45,00	33,33	65,00	60,00	75,00	55,00	45,00	47,61	55,00	55,00	55,00	42,85	33,33	55,00	61,90
2	70,00	59,25	80,00	56,25	60,00	50,00	60,00	66,66	58,06	60,00	66,66	46,66	50,00	41,93	50,00
3	76,19	60,86	70,00	43,75	58,06	51,61	60,00	73,33	50,00	50,00	70,00	74,19	46,66	48,48	45,16
4	66,66	55,00	80,00	60,00	70,00	73,33	64,51	70,00	58,06	64,51	66,66	76,67	29,03	46,66	53,33
5	80,00	50,00	70,00	73,33	86,66	68,75	66,66	86,66	63,33	77,41	73,33	66,66	35,48	64,51	73,33
6	76,66	60,00	80,00	80,95	65,00	90,00	86,66	96,66	76,66	56,66	70,00	96,66	64,51	61,29	83,33
7	73,33	67,74	73,33	56,66	20,00	93,33	90,00	100,00	76,66	58,06	58,82	80,00	83,87	70,96	76,66
8	73,33	83,33	90,00	83,33	80,00	96,66	80,00		86,66	86,66	70,00	100,00	83,33	63,33	83,33
9	73,33	70,00	83,33	65,00	96,66	90,00	100,00		96,66	100,00	90,00	100,00	80,00	66,66	86,66
10	96,66	96,66	83,33	75,00	96,66	72,72	90,00		100,00	66,66	66,66		80,00	76,66	93,33
11	90,00	96,66	96,66	87,09		96,66	96,66			100,00	96,66		93,54	80,00	100,00
12	96,66		96,66	100,00		96,66	93,33			96,66	93,33		96,66	80,00	96,66
13	90,32			96,66			100,00				90,00		96,66	80,00	
14	100,00						100,00				76,67			100,00	
15	100,00										96,66			86,66	
16											100,00			96,66	
17														96,66	

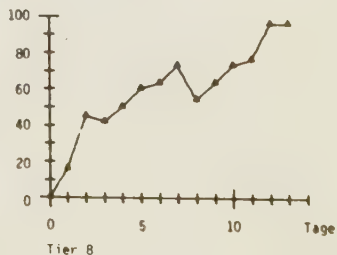
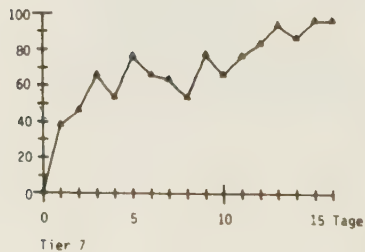
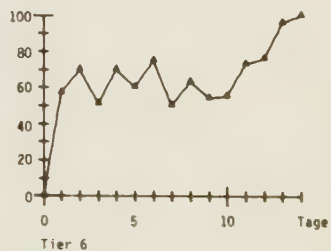
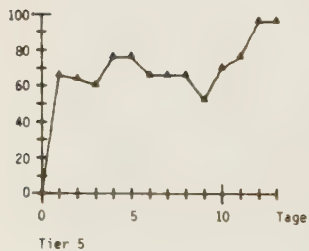
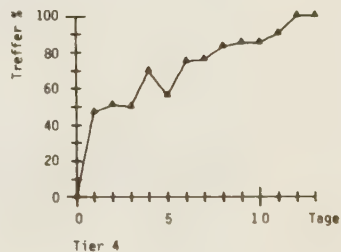
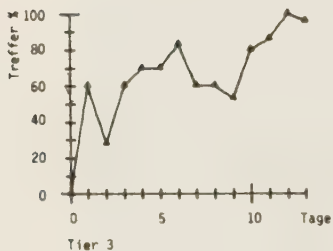
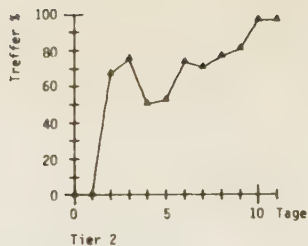
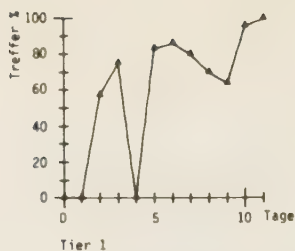
Tab. A-4 Adressur-Ergebnisse der Versuchsgruppe III

Tag	Tauben														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	83,33	75,00	55,00	65,00	45,45	45,00	35,00	43,47	60,00	54,54	45,00	35,00	12,00	50,00	39,13
2	82,14	81,81	45,00	48,38	50,00	76,66	30,00	53,33	56,66	53,33	66,66	40,00	33,33	56,66	43,33
3	0,00	76,19	56,52	70,00	60,00	63,33	66,66	61,29	36,66	59,37	58,06	60,00	56,66	52,94	60,00
4	72,92	80,00	60,00	66,66	76,66	63,33	65,62	66,66	80,00	36,66	56,66	67,74	53,33	56,66	66,66
5	85,00	61,90	50,00	83,87	73,33	70,00	80,00	70,96	46,66	61,29	53,12	80,00	77,41	73,33	86,66
6	96,66	96,66	80,00	80,00	75,00	80,00	96,66	66,66	76,66	70,00	80,00	100,00	76,66	80,00	80,00
7	96,66	90,00	70,96	68,75	66,66	73,33	96,66	74,19	83,33	54,83	63,33	80,00	70,96	83,33	90,00
8		90,00	70,96	86,66	86,66	73,33		90,00	93,33	76,66	73,33	96,66	86,66	70,00	90,00
9		76,66	100,00	90,00	93,33	80,00		90,32	100,00	100,00	76,66	100,00	86,66	73,33	93,33
10		86,66	96,66	65,00	76,19	90,47		96,66	96,66	73,33	63,33		90,00	70,00	90,00
11		93,33		96,66	96,66	80,00		100,00		96,66	100,00		100,00	66,66	96,66
12		100,00		90,00	96,66	93,33				90,62	96,66		96,66	96,66	100,00
13		100,00		70,00		86,66				96,66				100,00	
14				96,66		96,66				90,00					
15				96,66		100,00				100,00					
16										100,00					

Tab. A-5 Adressur-Ergebnisse der Versuchsgruppe IV

[illegible]

Abb. A-2 Lernkurven der Versuchsgruppe I
(S. 66 und 67)



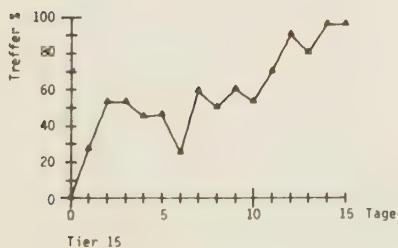
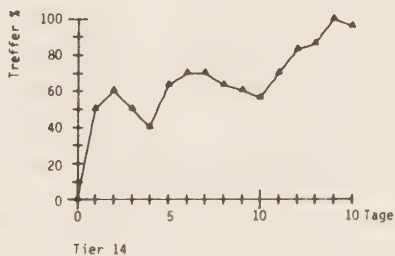
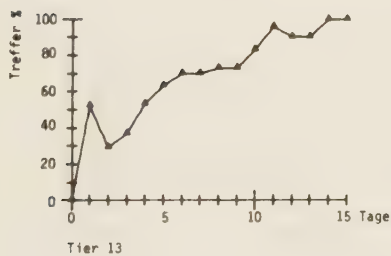
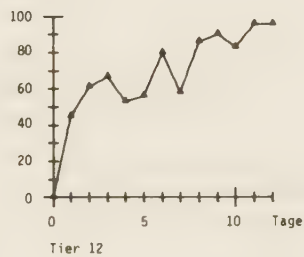
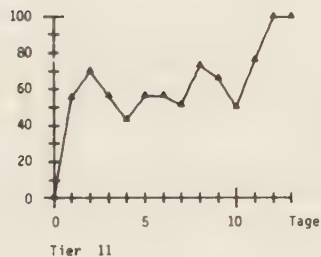
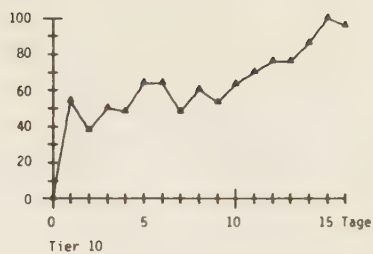
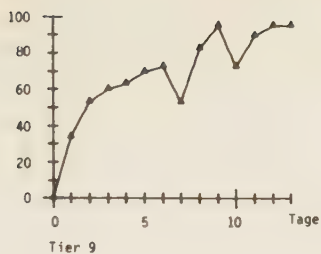
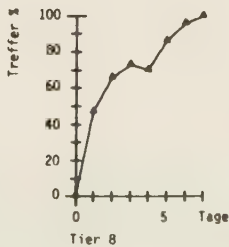
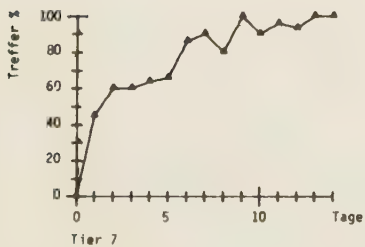
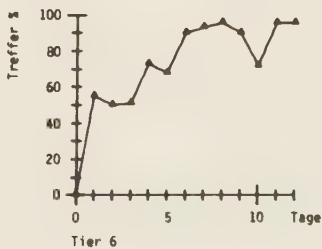
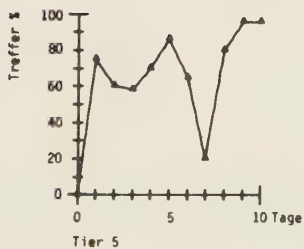
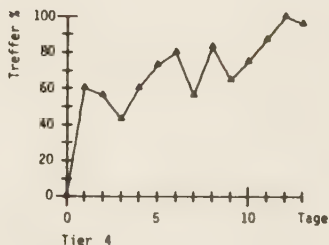
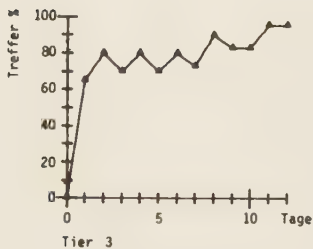
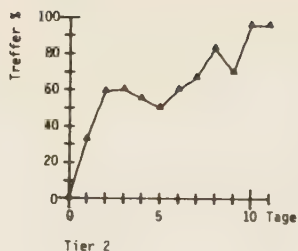
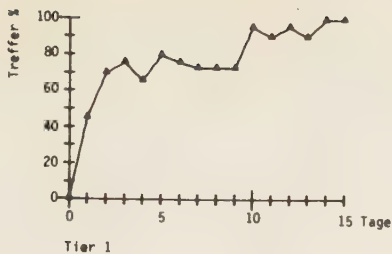


Abb. A-3 Lernkurven der Versuchsgruppe II
(S. 69 und 70)



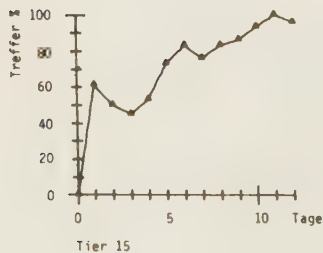
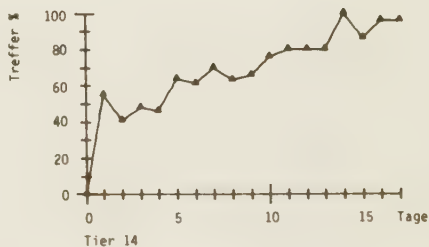
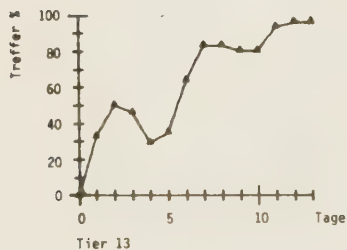
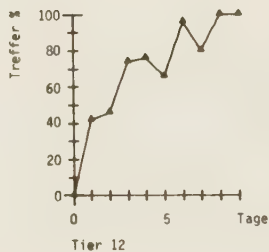
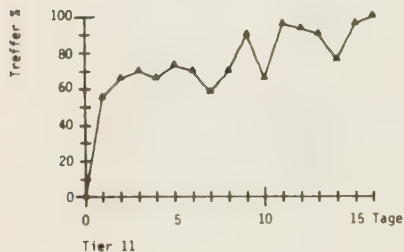
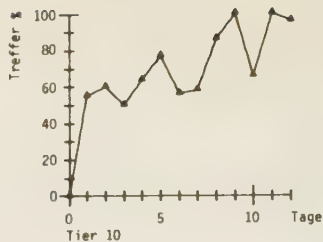
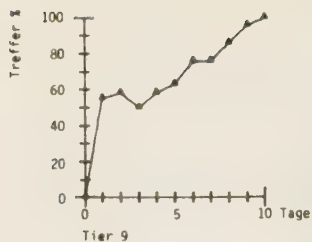
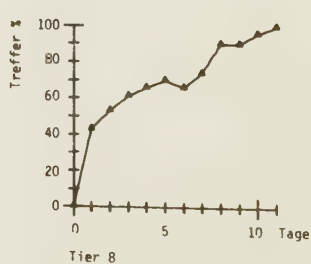
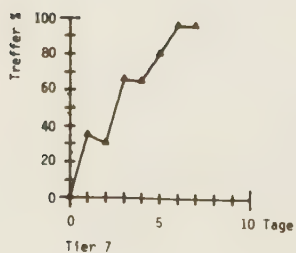
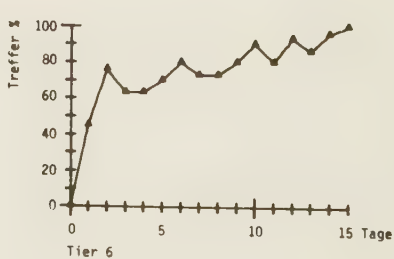
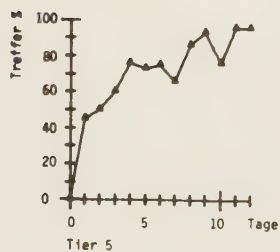
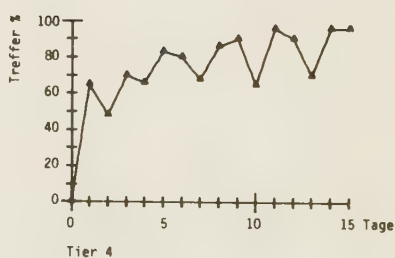
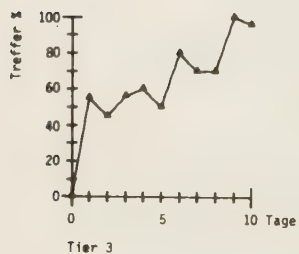
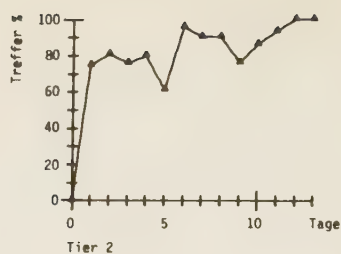
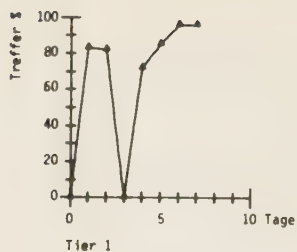


Abb. A-4 Lernkurven der Versuchsgruppe III
(S. 72 und 73)



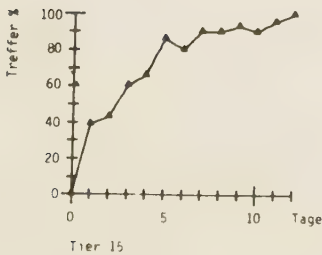
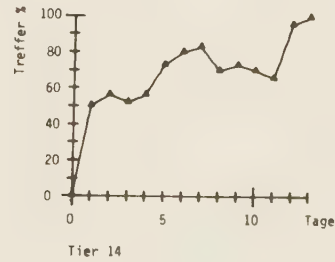
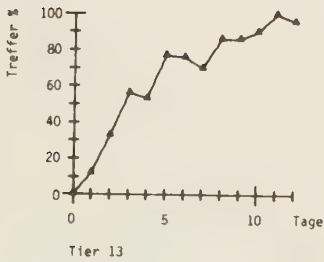
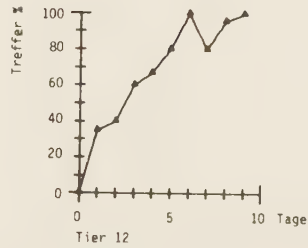
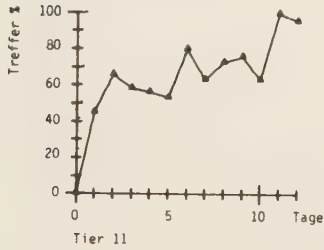
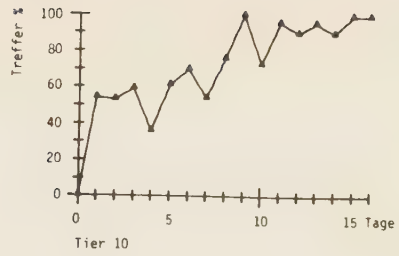
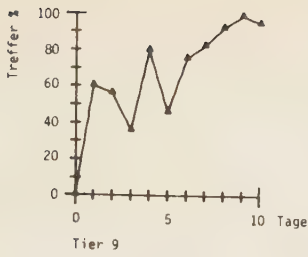
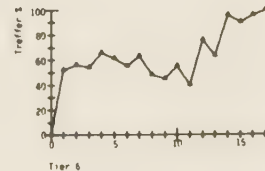
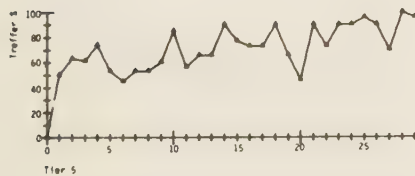
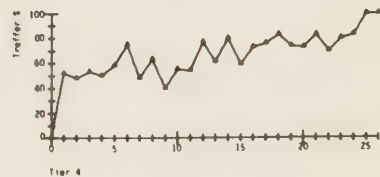
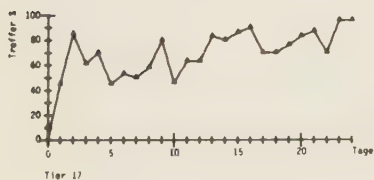
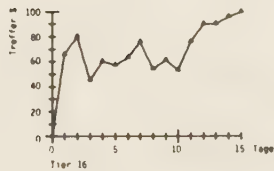
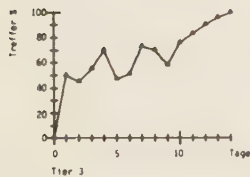
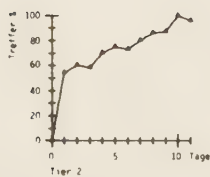
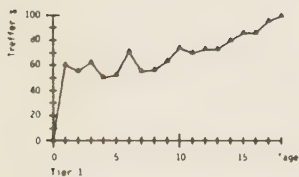
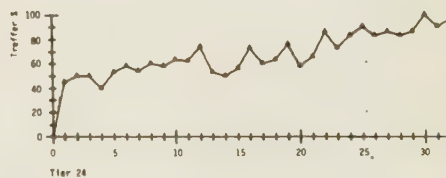
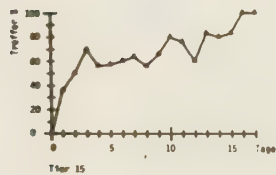
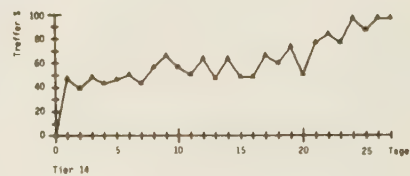
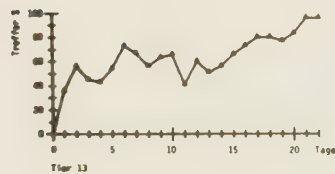
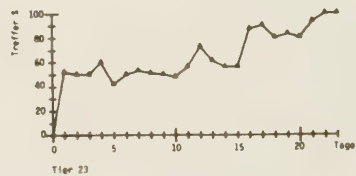
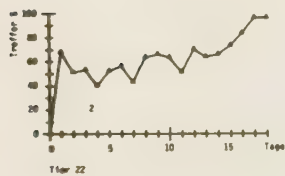
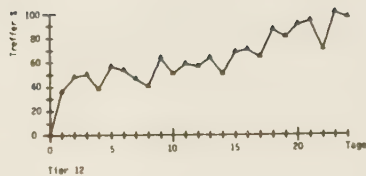
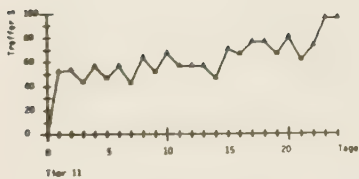
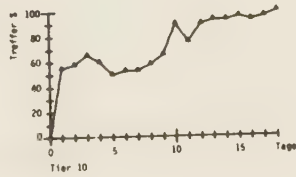
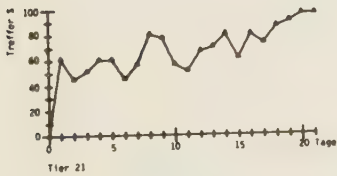
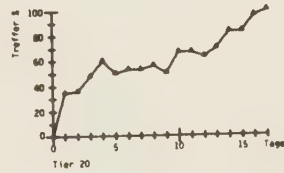
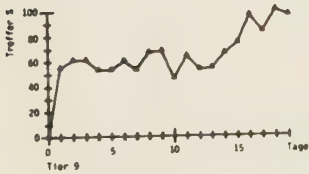
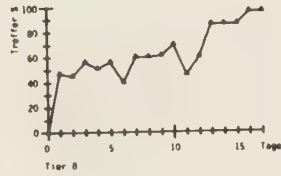
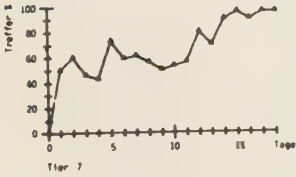
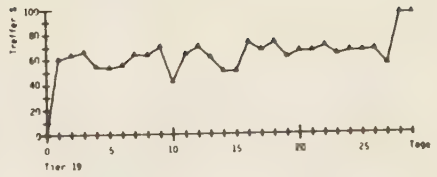
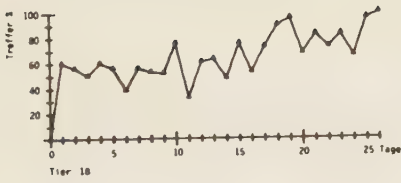
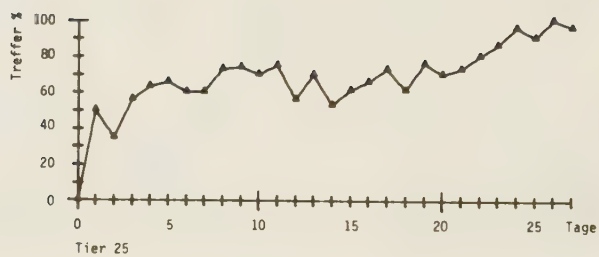


Abb. A-5 Lernkurven der Versuchsgruppe IV .
(S. 75 - 78)









Tab. A-6 Ergebnisse der Andressur: Gruppe I

*	Tag	M	V	S
	1	40,2980	438,91	20,9501
	2	53,1620	181,7867	13,4828
	3	57,1186	121,2622	11,0119
	4	52,4566	335,8410	18,3259
	5	63,8533	100,6311	10,0315
	6	68,6313	207,0895	14,3906
	7	63,3820	99,5132	9,9756
	8	67,8446	132,2756	11,5011
	9	68,6853	205,2739	14,3273
	10	72,4413	226,5136	15,0503
2	11	83,1713	121,2169	11,0098
1	12	91,9960	67,9473	8,2430
6	13	93,3426	49,2128	7,0151
1	14	95,9946	16,2087	4,0260
3	15	97,1053	1,3846	1,1766
2	16	96,66	-	-

M = mittlere Trefferhäufigkeit (Prozentwerte)

V = Varianz

S = Streuung

* = Anzahl der Tiere, die an diesem Tag das Lernkriterium erreichten

Tab. A-7 Ergebnisse der Andressur: Gruppe II

*	Tag	M	V	S
	1	52,2680	128,7189	11,3454
	2	58,3646	97,9659	9,8977
	3	58,5526	134,2605	11,5870
	4	62,2946	165,4570	12,8630
	5	69,0740	172,8969	13,1490
	6	76,3360	170,8682	13,0716
1	7	71,9613	367,2449	19,1636
	8	83,7746	99,7798	9,9889
1	9	86,3306	159,6058	12,6333
2	10	85,8440	143,5240	11,9801
1	11	94,7046	27,7347	5,2663
4	12	95,3280	20,3054	4,5061
2	13	94,9053	23,3662	4,8338
1	14	95,9953	30,4634	5,5193
1	15	96,2160	7,7284	2,7800
1	16	96,8826	0,7506	0,8663
1	17	96,6600	-	-

M = mittlere Trefferhäufigkeit (Prozentwerte)

V = Varianz

S = Streuung

* = Anzahl der Tiere, die an diesem Tag das Lernkriterium erreichten

Tab. A-8 Ergebnisse der Andressur: Gruppe III

*	Tag	M	V	S
	1	49,5280	302,0470	17,3794
	2	54,4860	263,7282	16,2397
	3	55,8453	313,0256	17,6925
	4	64,6373	126,3674	11,2413
	5	70,2353	167,3791	12,9375
	6	82,3306	105,4668	10,2697
2	7	77,5326	153,1196	12,3741
	8	85,1713	94,5842	9,7254
1	9	90,2406	89,6548	9,4686
2	10	85,6626	157,1644	12,5365
1	11	93,9953	79,6894	8,9268
4	12	96,0366	7,7503	2,7839
2	13	94,6613	55,2281	7,4315
	14	96,2160	2,9570	1,7195
2	15	97,1053	1,3846	1,1766
1	16	96,8826	0,7506	0,8663

M = mittlere Trefferhäufigkeit (Prozentwerte)

V = Varianz

S = Streuung

* = Anzahl der Tiere, die an diesem Tag das Lernkriterium erreichten

Tab. A-9 Ergebnisse der Andressur: Gruppe IV

*	Tag	M	V	S
	1	51,2716	81,4795	9,0263
	2	54,1816	132,7444	11,5214
	3	54,6944	53,8068	7,3353
	4	55,8348	106,8801	10,3382
	5	55,2996	61,0334	7,8123
	6	56,4800	91,3878	9,5596
	7	57,4476	97,9994	9,8994
	8	60,3444	95,2219	9,7581
	9	62,1036	123,1273	11,0962
	10	64,5928	216,2727	14,7062
1	11	61,2564	210,9107	14,5227
	12	70,0556	145,2455	12,0517
	13	70,1240	207,7214	14,4125
1	14	73,7036	329,2000	18,1438
1	15	76,1572	250,4990	15,8271
	16	82,3400	212,0881	14,5632
4	17	84,0864	182,6057	13,5131
4	18	86,8228	168,4679	12,9795
1	19	86,3772	146,9579	12,1226
	20	84,2808	259,1957	16,0995
1	21	89,1228	129,2230	11,3676
1	22	88,1288	134,2814	11,5879
1	23	91,9948	88,8744	9,4273
3	24	92,9272	77,1411	8,7830
	25	94,6900	41,4576	6,4382
2	26	95,1044	42,9741	6,5554
2	27	93,5272	95,8729	9,7914
	28	96,2820	7,1319	2,6705
2	29	96,2600	4,0000	2,0000
	30	96,7636	0,4462	0,6679
	31	96,3936	1,7742	1,3319
	32	96,6600	-	-
1	33	96,6600	-	-

M = mittlere Trefferhäufigkeit (Prozentwerte)

V = Varianz

S = Streuung

* = Anzahl der Tiere, die an diesem Tag das Lernkriterium erreichten

Abb. A-6 - A-9 Lernkurven der Gruppen I, II, III
und IV (aufgetragen sind die mitt-
leren Treffer-Prozent und deren
Streuung)

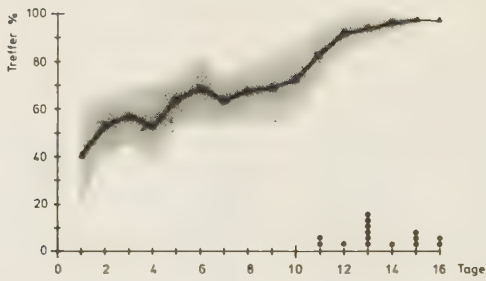


Abb. A-6 Lernkurve der Gruppe I

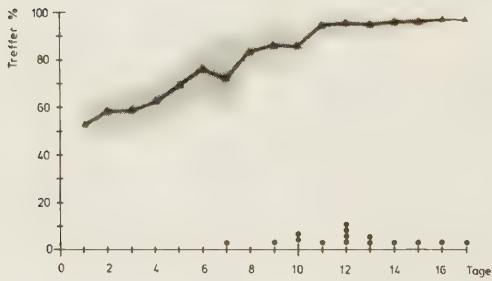


Abb. A-7 Lernkurve der Gruppe II

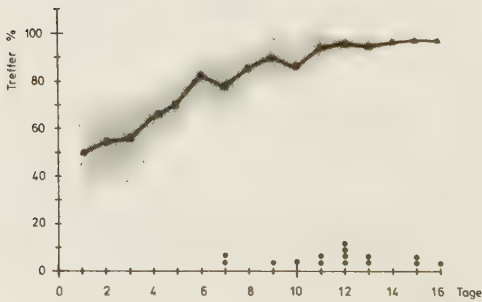


Abb. A-8 Lernkurve der Gruppe III

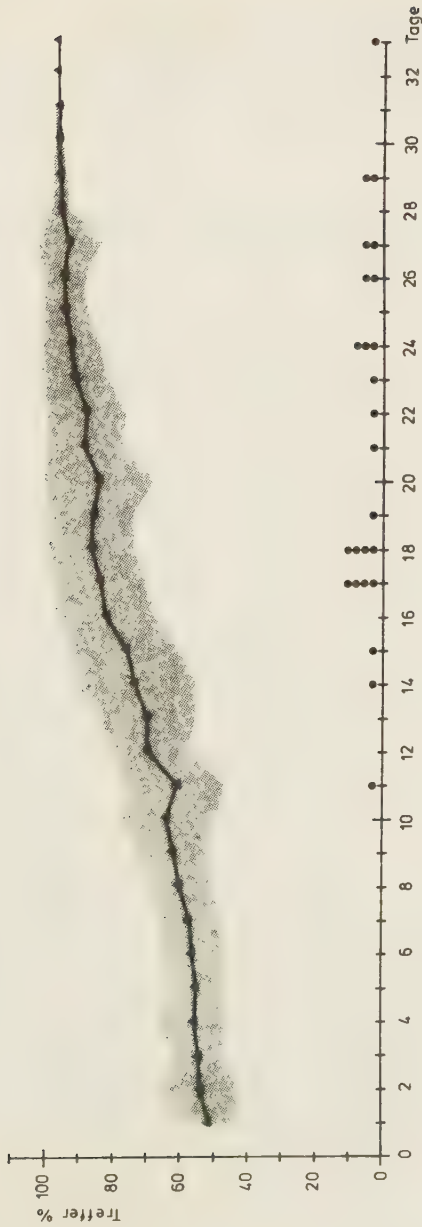


Abb. A-9 Lernkurve der Gruppe IV

Tab. A-10 Ergebnisse der Andressur:
Anzahl der Durchgänge bis zur Erreichung des Lernkriteriums
(= 95 % Treffer an 2 aufeinanderfolgenden Tagen)

Taube	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV
1	271	397	131	471
2	271	274	334	271
3	331	300	245	365
4	352	356	414	394
5	354	291	337	680
6	384	325	411	735
7	473	411	202	843
8	390	201	327	478
9	384	292	290	760
10	479	355	478	857
11	381	474	353	534
12	353	262	261	510
13	444	386	360	568
14	441	506	384	507
15	447	352	353	628
16				534
17				730
18				721
19				542
20				692
21				658
22				821
23				541
24				992
25				812
Mittelwert	383,6666	345,4666	325,3333	625,7600
Varianz	4217,1226	6599,0056	7836,6782	30045,5233
Streuung	64,9393	81,2342	88,5250	173,3364
Standardfehler	16,7676	20,9750	22,8575	34,6672

Tab. A-11 Ergebnisse der Generalisationstests:
Trefferhäufigkeit bei 100 Versuchsdurchgängen

Generali- sationstest	Taube	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV
A	1	100	99	99	89
	4	98	92	96	94
	7	94	98	95	99
	10	99	94	92	96
B	13	98	94	97	97
	2	95	82	94	99
	5	81	79	81	87
	8	82	84	82	81
	11	86	92	82	84
C	14	81	81	82	84
	6	63	58	58	97
	3	67	46	48	91
	9	58	45	49	95
	12	55	50	44	92
	15	45	48	43	97
D	16				87
	18				93
	20				92
	22				96
	24				94
E	17				99
	19				97
	21				99
	23				100
	25				98

Lebenslauf

Am 21.10.1947 wurde ich als Tochter des Schreiners Friedrich Steinzen und seiner Frau Agnes, geb. Homann in Lünen (Westf.) geboren.

Von 1954 bis 1962 besuchte ich die Volksschule in Altlünen/Alstedde, von 1962 bis 1968 das Gymnasium - zunächst das Aufbaugymnasium der Stadt Dortmund, später das sozialwissenschaftliche Gymnasium der Stadt Lünen. Dort bestand ich im Juni 1968 die Reifeprüfung.

Im Oktober 1968 immatrikulierte ich mich an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster für das Fach Psychologie, wo ich im April 1971 die Diplom-Vorprüfung, im Juni 1973 die Diplom-Hauptprüfung ablegte.

Von 1972 bis 1973 arbeitete ich als studentische Hilfskraft in der Klinischen Abteilung des Psychologischen Instituts der Universität Münster, danach als wissenschaftliche Hilfskraft in der dortigen Abteilung für Allgemeine und Angewandte Psychologie.

Seit 1978 bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle in der Abteilung für Technische Orthopädie und Rehabilitation der Orthopädischen Universitätsklinik Münster beschäftigt.

